



Universidad Politécnica de Madrid

**UPM**

Escuela Técnica Superior de Arquitectura  
de Madrid

**ETSAM**

Departamento de Construcción y Tecnología  
Arquitectónicas

**DCTA**

Tesis Doctoral

**PhD**

**Patricia**

**Liñares Méndez**

año 2012

year 2012

Directores

Supervisors

**César**

**Bedoya Frutos**

**Alberto**

**Campo Baeza**

**Juan José**

**Creus Andrade**

**Rehabilitación  
sostenible  
de viviendas  
históricas  
en Santiago  
de Compostela**

**Sustainable  
refurbishment  
of historic  
housing  
in Santiago  
de Compostela**





# Resumen

La rehabilitación de edificios, a pesar de ser una estrategia muy sostenible, ha estado restringida a una pequeña proporción de las intervenciones desarrolladas en España en las últimas décadas. Paralelamente a la rápida expansión de nuevos tejidos alrededor de la ciudad, los centros históricos han sufrido a menudo un proceso gradual de degradación. Esta investigación se ha llevado a cabo con el propósito de potenciar la importancia de los centros históricos en las ciudades contemporáneas. Se centra en el estudio de nuevas herramientas para la rehabilitación de edificios residenciales históricos en el noroeste de España, en el contexto de un clima atlántico templado. La revitalización de los cascos históricos podría suponer el aumento de la disponibilidad de viviendas en áreas donde la recuperación de la diversidad social es necesaria y donde una mayor densidad demográfica puede ser beneficiosa. El interés en Santiago de Compostela responde a tres motivos principales: el rol dominante de la ciudad histórica en el contexto urbano, la vasta extensión de la ciudad medieval y el sólido apoyo institucional, que hace que sea posible un desarrollo profundo de la actividad rehabilitadora.

Cuanto más antiguas son las construcciones, más delicado y necesario es el proceso de modernización y más especializado es el conocimiento técnico requerido. En términos de estándares de confort y eficiencia energética, las viviendas históricas son a veces ejemplos de mal funcionamiento, aunque muy a menudo tienen un potencial mayor que el de construcciones más modernas. Esta presentación comienza con la identificación de las características principales del caserío tradicional, ligadas a su comportamiento medioambiental. Continúa con el análisis de la normativa vigente y del marco sociodemográfico. A esto le sigue el desarrollo de las estrategias de rehabilitación sostenible y la consideración de sus implicaciones económicas. Por último, se discuten posibles áreas de aplicación y se realiza una síntesis de los resultados principales.



# Abstract

Refurbishment of existing buildings, despite being a very sustainable strategy, has been restricted to a small proportion of the interventions developed in Spain in the last decades. While new urban areas have spread quickly around the city in recent years, historic centres have often suffered a gradual process of degradation. This research has been undertaken with the purpose of enhancing the central role that historic centres may have in the contemporary city. It focuses on the study of new tools for the refurbishment of historic residential buildings in the Northwest of Spain, in the context of a mild Atlantic climate. The revitalization of old cities would imply the increment of dwelling availability in areas where greater social diversity is needed and higher population density can be beneficial. The interest in Santiago de Compostela comes from a triple source: the dominant role of the historic city in the urban context, the extension of the medieval town and the solid institutional support, which makes further development of retrofitting activities possible.

The older the construction, the more delicate and necessary the upgrading process is and the more specialised the knowledge required is. In terms of comfort standards and energy efficiency, historic dwellings are sometimes examples of poor performance, although very often they have greater potential than newer constructions. This presentation begins with the study of the context and the identification of the main characteristics that are common to traditional housing in Santiago de Compostela, linked to their environmental performance. It continues with the analysis of the current regulations and the socio-demographic framework. This is followed by the application of sustainable retrofitting strategies and the consideration of its implicit cost. Finally, it ends up with an overview of the main outcomes and the possible areas of application.

# Índice

Portada .....	1
Resumen .....	4
Índice .....	6
Agradecimientos .....	10
capítulo 0.    Introducción .....	<b>13</b>
(0.1) Tema de la investigación .....	14
(0.2) Hipótesis .....	18
(0.3) Objetivos .....	24
(0.4) Estructura y metodología .....	26
capítulo 1.    Contexto .....	<b>29</b>
(1.1) Edificios de bajo consumo en España .....	30
(1.2) Rehabilitación en Galicia .....	38
(1.3) Viviendas históricas en Compostela .....	44
(1.4) Análisis climático .....	62
(1.5) Potencial medioambiental de la vivienda .....	70
capítulo 2.    Urbanismo y normativa .....	<b>83</b>
(2.1) Normativa .....	84
(2.2) Manzana <i>Rúa do Vilar - Rúa Nova</i> .....	94
(2.2.1) Selección de edificios .....	104
(2.2.2) Ocupación de las huertas .....	110
(2.2.2) Índice de obstrucción .....	118
(2.2.3) Edificio representativo .....	126
(2.3) Patios .....	128
(2.4) División de viviendas .....	138
(2.5) Bajocubiertas y áticos .....	144
capítulo 3.    Población y arquitectura .....	<b>153</b>
(3.1) Población .....	154
(3.2) Entrevistas .....	172
(3.2.1) Residentes .....	172
(3.2.2) Profesionales .....	192
(3.3) Estudio de casos .....	226
(3.4) Resumen .....	248
capítulo 4.    Energía y confort .....	<b>255</b>
(4.1) Caso base .....	256
(4.2) Mejora de la envolvente .....	262
(4.3) Aumento del acceso sola .....	266
(4.4) Reducción de la superficie de vivienda .....	276
(4.5) Vivienda ático .....	280
(4.5.1) Configuración de la envolvente .....	282
(4.5.2) La galería .....	284
(4.6) Resumen .....	292

# Table of contents

Cover Page .....	1
Abstract .....	5
Table of contents .....	7
Acknowledgments .....	11
chapter 0. Introduction .....	<b>13</b>
(0.1) Topic of the research .....	15
(0.2) Research hypothesis .....	19
(0.3) Targets .....	25
(0.4) Structure and methodology .....	27
chapter 1. Context .....	<b>29</b>
(1.1) Low-energy buildings in Spain .....	31
(1.2) Refurbishment in Galicia .....	39
(1.3) Historic housing in Compostela .....	45
(1.4) Climate analysis .....	63
(1.5) Dwelling environmental potential .....	71
chapter 2. Urbanism and regulations .....	<b>83</b>
(2.1) Current regulations .....	85
(2.2) Block <i>Rúa do Vilar - Rúa Nova</i> .....	95
(2.2.1) Selection of buildings .....	105
(2.2.2) Occupation of backyards .....	111
(2.2.2) Index of obstruction .....	119
(2.2.3) Representative building .....	127
(2.3) Patios .....	129
(2.4) Division of dwellings .....	139
(2.5) Lofts and attics .....	145
chapter 3. Population and architecture .....	<b>153</b>
(3.1) Population .....	155
(3.2) Interviews .....	173
(3.2.1) Residents .....	173
(3.2.2) Professionals .....	193
(3.3) Case studies .....	227
(3.4) Summary .....	249
chapter 4. Energy and comfort .....	<b>255</b>
(4.1) Base case .....	257
(4.2) Improvement of the envelope .....	263
(4.3) Increase in solar access .....	267
(4.4) Dwelling surface reduction .....	277
(4.5) Rooftop house .....	281
(4.5.1) Configuration of the envelope .....	283
(4.5.2) The <i>galería</i> .....	285
(4.6) Summary .....	293

capítulo 5.	Materiales y presupuesto .....	<b>297</b>
	(5.1) Normativa .....	398
	(5.2) Materiales y técnicas constructivas .....	302
	(5.3) Coste y amortización .....	316
capítulo 6.	Líneas de investigación .....	<b>327</b>
	(6.1) Impacto en el entorno .....	328
	(6.2) Potencial del patio .....	336
	(6.3) Potencial de la cubierta .....	340
	(6.4) Energía renovable .....	346
Conclusiones	.....	<b>349</b>
Referencias	.....	<b>367</b>
Apéndices	.....	<b>371</b>
	(A.1) Datos climáticos .....	373
	(A.2) Fichas de los edificios seleccionados .....	397
	(A.3) Programas del Consorcio .....	425
	(A.4) Cuestionarios a los residentes .....	435
	(A.5) Estudio histórico .....	466
	(A.6) Ganancias internas .....	519
	(A.7) Impacto medioambiental de la galería .....	527

chapter 5.	Materials and cost .....	<b>297</b>
	(5.1) Regulations .....	299
	(5.2) Materials and construction techniques .....	303
	(5.3) Cost and pay-back time .....	317
chapter 6.	Research Lines .....	<b>327</b>
	(6.1) Neighbouring impact .....	329
	(6.2) Potential of the patio .....	337
	(6.3) Potential of the rooftop house .....	341
	(6.4) Renewal energy .....	347
Conclusions	.....	<b>349</b>
References	.....	<b>367</b>
Appendices	.....	<b>371</b>
	(A.1) Historic research .....	373
	(A.2) Consorcio Programmes .....	397
	(A.3) Climate data .....	425
	(A.4) <i>Fichas</i> of the selected buildings .....	435
	(A.5) Questionnaires to the residents .....	466
	(A.6) Internal gains calculation .....	519
	(A.7) Environmental impact of the <i>galería</i> .....	527

# Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura (ETSAM) y en el Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas (DCTA). Se realizó bajo la supervisión de los profesores César Bedoya Frutos (Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid), Alberto Campo Baeza (Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la Universidad Politécnica de Madrid) y Juan José Creus Andrade (*Departamento de Proyectos Arquitectónicos y Urbanismo en la Universidade da Coruña*). Una parte de esta investigación se llevó a cabo en la *Architectural Association School of Architecture* (AA) en la *Open University*, con la ayuda del equipo del programa *Sustainable Environmental Design*.

La elección del tema de esta tesis doctoral estuvo motivada por el concurso 150%, coordinado por José Antonio Sosa y organizado por la Fundación Arquia de la Caja de Arquitectos. Me gustaría darles las gracias a ambos por la oportunidad brindada a los jóvenes arquitectos para desarrollar sus intereses y comenzar su carrera profesional.

Varias instituciones públicas y empresas privadas han colaborado en el desarrollo de esta investigación. Querría dar las gracias al Consorcio de Santiago y a los miembros del Taller de Proyectos, cuya ayuda ha sido muy valiosa para esta investigación. Envío mis agradecimientos al Colegio de Arquitectos de Galicia (COAG), al *Instituto de Enerxía de Galicia* (INEGA) y al Ayuntamiento de Santiago, por la contribución e interés mostrados en el tema de investigación. Valoro enormemente las aportaciones de José Otero Pombo (Construccions Otero Pombo S.A) y de José Luis Pereiro Alonso (Luar do Sarela S.L.) y su disposición para compartir sus conocimientos.

La información proporcionada por los residentes de los edificios de la ciudad histórica ha sido muy importante para este estudio. Me gustaría agradecer especialmente la colaboración de Concha y Quino, Susana, Nerea, Javier, Antonio, María Teresa y Josefa.

Por último, muchas gracias a mi familia y amigos por su apoyo. Entre muchos buenos amigos nombraré a Elena, Santiago, Pili, Ruth, Pablo, Juan, Ángela, Carmen, Saladina y Alba, a la que envío mis mejores deseos para la finalización de su tesis doctoral. Me gustaría expresar un agradecimiento especial a Fina, por su inmensa generosidad, a José Luis, por su apoyo incondicional, y a David, por su gran esfuerzo y sus ánimos.

# Acknowledgements

This work was developed in the university of Madrid *Universidad Politécnica de Madrid* (UPM), in the school of architecture *Escuela Técnica Superior de Arquitectura* (ETSAM) at the department of construction *Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas* (DCTA). It was developed under the supervision of the professors César Bedoya Frutos (*Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas* in the *Universidad Politécnica de Madrid*), Alberto Campo Baeza (*Departamento de Proyectos Arquitectónicos* in the *Universidad Politécnica de Madrid*) and Juan José Creus Andrade (*Departamento de Proyectos Arquitectónicos e Urbanismo* in the *Universidade da Coruña*). Part of this investigation was carried out in the Architectural Association School of Architecture (AA) in the Open University with the help of the team of the Sustainable Environmental Design Program.

The choice of the topic of this PhD was motivated by the competition 150%, coordinated by José Antonio Sosa and organized by the *Caja de Arquitectos*. I would like to thank them both for the opportunity given to young architects to develop their interests and to start their careers.

Several public institutions and private companies have been involved in the development of this investigation. I would like to thank the *Consortio de Santiago* and the members of the *Taller de Proyectos*, whose help has been very useful for this research. I am also very grateful to the *Colegio de Arquitectos de Galicia* (COAG), the *Instituto de Enerxía de Galicia* (INEGA) and the Council of Santiago, for their contributions and their interest in the subject of the research. I deeply appreciate the contributions of José Otero Pombo (Construcción Otero Pombo S.A) and José Luis Pereiro Alonso (Luar do Sarela S.L.) and their eagerness to share their knowledge.

The information provided by the inhabitants of the buildings in the historic city has been extremely valuable for this study. I would like to especially thank Concha and Quino, Susana, Nerea, Javier, Antonio, María Teresa and Josefa.

Finally, I thank my family and friends for their support. Among many good friends I will name Elena, Santiago, Pili, Ruth, Pablo, Juan, Ángela, Carmen, Saladina and Alba, to whom I send my best wishes to the submission of her PhD thesis. I would like to give special thanks to Fina, for her immense generosity, José Luis, for his unconditional support, and David, for his great efforts and encouragement.





(0.1) Tema de la investigación

(0.2) Hipótesis

(0.3) Objetivos

(0.4) Estructura y metodología

## contenidos

(0.1) Topic of the research

(0.2) Research hypothesis

(0.3) Targets

(0.4) Structure and methodology

## contents



# Capítulo 0

## Introducción

# Chapter 0

## Introduction

# (0.1) Tema de la investigación

El desarrollo de la ciudad europea del siglo XX se ha caracterizado por la migración de la población rural a las zonas urbanas, como una de las consecuencias fundamentales de la industrialización. En los últimos cien años, la población urbana ha crecido extraordinariamente, dando lugar a la rápida construcción de nuevas áreas residenciales. En este contexto, los tejidos históricos han quedado embebidos en el interior de los difusos límites de la ciudad contemporánea. La escala urbana ha experimentado una gran alteración, paralela al incremento de la energía invertida en transporte. Un diseño urbano que pretenda elevar la calidad del entorno construido debería abordar la mejora e integración de las partes existentes de la ciudad, como paso previo a la expansión horizontal.

Junto a esta transformación excepcional y motivado por el aumento de la demanda energética de los edificios, el diseño arquitectónico y las tecnologías constructivas han experimentado un extenso desarrollo en las últimas décadas. En consecuencia, la práctica arquitectónica en Europa se ha desplazado recientemente hacia el diseño de bajo consumo. Los edificios residenciales con altos estándares de sostenibilidad han sido el objetivo de varios programas europeos, algunos de ellos especializados en edificios existentes, como E-Retrofit, KIT, TREES, AVASH, Sure-FIT o SQUARE. Sin embargo, la renovación del parque inmobiliario, que ofrece un gran potencial de ahorro energético y de emisiones de CO<sub>2</sub>, supone todavía una fracción pequeña de la actividad constructiva en la Unión Europea.

## Área central de la ciudad histórica en Santiago de Compostela

Figura 0.1. Modificado de Martí (1995)

La rehabilitación también ha sido una actividad secundaria del sector de la construcción en España. Aunque en los últimos años tuvo lugar un excepcional proceso de urbanización, el uso de métodos de construcción tradicionales y la falta de investigación de nuevos sistemas fueron aspectos comunes a todas las regiones. En Galicia, una zona tradicionalmente dedicada a la agricultura, el florecimiento de nuevas áreas urbanas con baja calidad ambiental fue especialmente dañino. Los pequeños núcleos urbanos entraron en un proceso tardío de industrialización, mientras que la casa gallega se vio inmersa en una transformación acelerada para adaptarse a la nueva sociedad industrial. La polaridad entre los centros históricos y la ciudad moderna todavía es destacable. Muchos cascos viejos

## (0.1) Topic of the research

Rural-urban migration has characterised the development of the European 20<sup>th</sup> century city, as one main consequence of industrialisation. In the last hundred years, the population of the urban areas has grown extraordinarily, resulting in the rapid construction of new residential areas. In this context, historic urban areas have been embedded within the blurred boundaries of the contemporary city. Urban scale has been deeply altered, along with the increase in energy spent in transport. In an urban design that aims to raise the quality of the built environment, improvement and integration of existing parts of the city should be a key step, previous to the horizontal expansion.

Together with this outstanding transformation, architectural design and construction technologies have undergone an extensive progress, lately challenged by the increase in building energy demand. As a consequence, architectural practices in Europe have moved in recent decades towards low-energy design. Residential buildings accomplishing standards of sustainability have been the target of several European programs, some of them specialising in existing buildings, such as E-Retrofit, KIT, TREES, AVASH, Sure-FIT or SQUARE. Nevertheless, renovation of the building stock, which offers a large potential for energy savings and CO<sub>2</sub> emission reduction, accounts for a small fraction of the construction activity in the European Union.

Central area of the historic city in Santiago de Compostela



Figure 0.1. After Martí (1995)

Retrofitting has also been a secondary activity in the Spanish construction sector. Although an astounding process of urbanisation took place in recent years, the use of traditional construction methods and the lack of research were common to every region. In Galicia, an area traditionally devoted to agriculture, growth of new urban areas with low environmental quality was particularly harmful. The small towns entered a late process of industrialisation, while the Galician house engaged in an accelerated conversion to adapt to the new industrial society. Polarity between the historic centre and the new city is

sufren procesos de despoblación y algunos de ellos se encuentran en malas condiciones. Los proyectos de rehabilitación deberían abordar la adaptabilidad de la vivienda histórica a los requerimientos sociales contemporáneos, con el objetivo de preservar el patrimonio arquitectónico de esta región.

Teniendo en cuenta valores no cuantificables, la rehabilitación de edificios puede considerarse una de las estrategias arquitectónicas más enriquecedoras culturalmente, ya que la expresión de diferentes períodos aporta valor al entorno construido. La reutilización de edificios existentes puede ser, en consecuencia, una vía eficaz de divulgación cultural, para lo que es necesario el respeto a las intervenciones anteriores. Teniendo en cuenta términos técnicos, la rehabilitación puede ser considerada como una de las estrategias más sostenibles. La renovación del parque de edificios existente puede suponer ahorros en estructura, materiales, instalaciones, etc.

La práctica habitual en la rehabilitación de edificios históricos se basa en la mejora de la envolvente. Este es el primer paso para modernizar estos edificios, que son generalmente construcciones masivas con un bajo nivel de aislamiento. Las técnicas constructivas modernas deben aplicarse con mucho cuidado en los edificios antiguos, cuyo balance térmico es delicado. Se ha desarrollado una amplia labor de trabajo e investigación en esta línea. Santiago de Compostela (figura 0.1) constituye un buen ejemplo de esto. Los programas de rehabilitación desarrollados en los últimos años han hecho posible que el patrimonio residencial se encuentre en muy buen estado. A pesar de esto, las casas históricas tienen serios inconvenientes que les impiden tener un buen comportamiento medioambiental. Falta de iluminación natural, alto consumo de energía o ventilación natural insuficiente son características comunes a esta tipología residencial. Esto ha conducido en ocasiones a condiciones inadecuadas del ambiente interior de la vivienda, que disminuyen la calidad de vida de los residentes y favorecen la migración de la población a otras áreas de la ciudad.

Los edificios históricos podrían parecer un emplazamiento improbable para el desarrollo de viviendas eficientes energéticamente. Sin embargo, el margen de mejora es amplio y los beneficios de su preservación van más allá de meras consideraciones técnicas. Existe una brecha en la normativa local y en la práctica arquitectónica para abordar estos aspectos sobre la rehabilitación intensiva de las casas tradicionales. Por una parte, son construcciones muy valiosas que deben estar bajo un alto grado de protección. Por otra, se trata de edificios cuya inadaptabilidad a la demanda actual puede constituir una amenaza para su preservación. El propósito de esta tesis doctoral es investigar en esta dirección y contribuir al estudio de la modernización de los edificios residenciales en Santiago de Compostela. Las soluciones abordadas podrían **servir** como referencia para otros emplazamientos urbanos que tengan patologías similares, tras un minucioso análisis de las diferencias climáticas, urbanísticas y sociales.

still remarkable. Many of the old cities suffer processes of depopulation and some of them are in bad conditions. Adaptability of the historic house to contemporary social requirements should be addressed in the retrofitting projects, in order to preserve the architectonic heritage of this region.

Speaking about uncountable values, building retrofitting can be considered as one of the most culturally enriching architectural strategies, as the expression of different historic periods makes the built environment much richer. Reusing existing buildings can be, thus, an efficient way of spreading culture, to which respect to previous interventions is necessary. Technically speaking, retrofitting can also be considered as one of the most sustainable strategies. Upgrading of the building stock can offer savings in structures, materials or services.

Common practice in the retrofitting of historic buildings is based on the improvement of the envelope. It is the first step to update these buildings, which are generally uninsulated heavyweight constructions. Modern construction techniques have to be carefully applied to old buildings, which have a delicate thermal balance. A lot of work and research has been done in that respect. Santiago de Compostela (figure 0.1) is a good example of it. Refurbishment programs developed in recent years have resulted in the good state of the traditional building stock. Yet historic houses have severe drawbacks that prevent them from good environmental performance: poor daylight, high-energy consumption or limited opportunities for natural ventilation are common characteristics of this housing type. This has led in some cases to unsuitable indoor conditions that strongly affect residents' life quality and favour migration of population to other areas.

Historic houses might seem an improbable target for development of energy efficiency dwellings. However, the scope for improvement is certainly large and the benefits of their preservation go beyond mere technical considerations. Future practice in refurbishment of traditional dwellings should address these points. There is a gap in local regulations and in architectural practice about deep retrofitting of traditional houses. On the one hand, they are valuable constructions that must be especially protected. On the other, they are buildings whose inadaptability to current demand can be a threat to their preservation. The aim of this pdh thesis is to investigate in this direction, and contribute to the research on architectural updating of historic residential buildings in Santiago de Compostela. The solutions addressed might be used as a reference for other urban locations with similar problems, after careful assessment of the differences in climate, urbanism and social context.

## (0.2) Hipótesis de investigación

### HIPÓTESIS 1: REHABILITACIÓN DE VIVIENDAS HISTÓRICAS

Esta investigación se basa en la hipótesis de que **las ciudades históricas requieren la renovación de su arquitectura residencial para poder garantizar su preservación. La modernización de los centros antiguos para adaptarse a la sociedad contemporánea demanda la consideración de criterios de sostenibilidad y de aspectos medioambientales, tanto a escala urbana como a escala del edificio.** La falta de diversidad social y la disminución de la población son aspectos habituales en estas áreas, que pueden abordarse de manera eficaz por medio de una planificación cuidadosa. Se considera que es posible alcanzar estándares de confort contemporáneos en casas históricas sin comprometer el patrimonio. Esto implica tanto la rehabilitación de las construcciones como la intervención en los espacios.

Complementando estos enunciados y en consonancia con lo descrito previamente, se formularán varias hipótesis que sentarán las bases de los criterios de intervención. Las viviendas tradicionales compostelanas, que son edificios estrechos y profundos con acceso limitado a la luz del sol, han sido objeto de varias estrategias en relación con la renovación medioambiental, la ocupación y el tamaño de las viviendas, que se muestran en las figuras de 0.2 a 0.5.

Caso base (BC)

Figura 0.2

### HIPÓTESIS 2: LA IMPERCEPTIBILIDAD DE LAS MEDIDAS

**Es posible modificar los edificios históricos a través de medidas imperceptibles.**

La obstrucción de las casas del entorno y la excesiva profundidad de los edificios, debidas a la densidad de la ciudad antigua, son parámetros muy restrictivos de esta arquitectura. Aunque a priori parecen características inalterables, pueden ser modificadas sin alterar el aspecto del edificio.

### HIPÓTESIS 3: EL PATIO Y LA CUBIERTA

**El patio y la cubierta son elementos clave para la rehabilitación de edificios con planta profunda.**

El caserío tradicional de Santiago de Compostela se caracteriza por tener plantas muy estrechas y profundas. Estos aspectos son muy restrictivos para un buen comportamiento medioambiental de las viviendas. Sin embargo, la cubierta y el patio tienen un gran potencial para mejorar dicho comportamiento. El patio interior que tienen algunas de estas casas, normalmente de pequeño tamaño y ocupado parcialmente por el núcleo de comunicaciones, es un espacio con muchas posibilidades para incrementar los niveles de iluminación y los índices de ventilación. La ampliación de su superficie podría contrarrestar el efecto de la acusada profundidad del edificio.

## (0.2) Research hypothesis

### HYPOTHESIS 1: REFURBISHMENT OF HISTORIC DWELLINGS

This investigation relies on the hypothesis that **historic cities require renovation of its residential architecture, in order to ensure its preservation. The updating of old centres to adapt to contemporary societies demands the consideration of sustainability criteria and environmental issues, at both urban and building scale.** Lack of social diversity and decrease of population are common aspects in these areas that can be efficiently addressed with careful planning. It is considered possible to reach contemporary comfort standards in historic houses without compromising the architectural heritage. This implies not only the retrofitting of the constructions but also the redesign of the spaces.

Complementing this statements and according to the assumptions described before, several premises have been formulated and described along this chapter. Traditional houses in old Compostela, which are narrow and deep buildings with limited access to sunlight, have been object of various strategies regarding environmental upgrading, occupation and dwelling size, which have been represented in figures from 0.2 to 0.5.

Base case (BC)

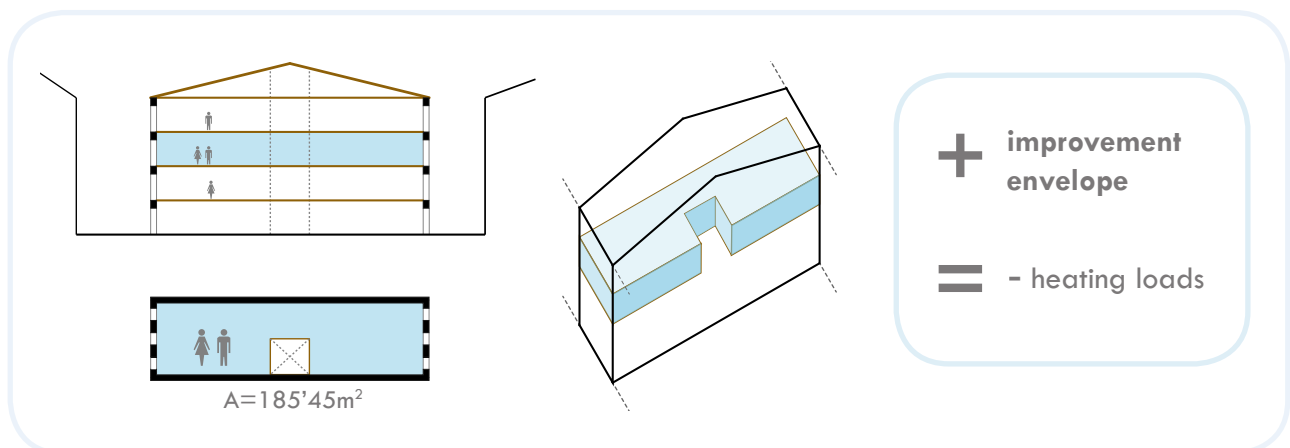


Figure 0.2

### HYPOTHESIS 2: IMPERCEPTIBILITY OF THE MEASURES ADDRESSED

**It is possible to modify historic buildings through imperceptible measures.**

The obstruction of neighbouring houses and large building depth, due to urban density in the old city, are very restrictive parameters in this architecture. Although these seem to be unalterable characteristics, they may actually be modified without altering the appearance of the building.

### HYPOTHESIS 3: PATIO AND ROOF

**Patio and roof are key elements for the refurbishment of deep-form buildings.**

The deep and narrow building form in traditional housing in Santiago de Compostela is very restrictive for a positive performance of the dwellings. However, the potential of the roof and the courtyard for improvements is high. The patio that can be found in some houses, which is often small and partially occupied by the staircase, is a space with large possibilities for raising daylight levels and ventilation rates. The increment of its surface might counterbalance the impact of the building depth.



La superficie de la cubierta puede llegar a representar alrededor del 50% de la envolvente del edificio. Es también la superficie de la envolvente que recibe mayor radiación solar. Por este motivo, los áticos podrían tener mayores posibilidades que la vivienda piso para ser energéticamente eficientes que la vivienda piso. Un diseño adecuado del volumen del bajocubierta podría mejorar el acceso solar de los niveles inferiores, redundando en el conjunto del edificio.

Estrategia de investigación 1: caso 1 [C1]

Figura 0.3

#### HIPÓTESIS 4: LAS DIMENSIONES DE LA VIVIENDA

**La validez y preservación de las viviendas históricas depende de su adaptabilidad a los requerimientos sociales actuales.**

Aunque la envolvente del edificio pueda mejorarse sustancialmente y la ampliación del patio permita alcanzar niveles altos de iluminación y ventilación naturales, hay otra característica de los edificios históricos que los hace inadecuados para la sociedad contemporánea: el tamaño de las viviendas. Durante el último siglo, los tipos de familias han evolucionado enormemente y el número de miembros familiares ha descendido. Las casas en Santiago ofrecen poca flexibilidad en este aspecto. En algunos casos, sus amplias dimensiones las hacen difíciles de gestionar por parte de sus propietarios e inaccesibles para una gran parte de la población. Esta línea de investigación puede ser de interés para conseguir que las viviendas históricas sean competitivas y su mantenimiento más asequible.

#### HIPÓTESIS 5: EL CONFORT INTERIOR

**La vía para alcanzar estándares de confort contemporáneos en edificios históricos requiere intervenciones que vayan más allá de la mejora de la envolvente, que aporten un nivel mayor de iluminación y ventilación naturales.**

Un mayor acceso solar y una mejor distribución de la luz natural mejorarían el confort y la calidad de los espacios interiores. Aunque la captación solar puede tener menos relevancia en viviendas que en algunos edificios no residenciales, debido a los horarios de ocupación y los usos, está demostrado que ciertos niveles de iluminación natural son necesarios para la salud de los residentes. Por otro lado, la ventilación natural es crucial en este clima, debido a la humedad, y es especialmente importante en edificios históricos, que hacen uso de la evaporación y de la ventilación para reducir el nivel de vapor de agua en las paredes a un nivel aceptable. En edificios de planta profunda, la parte central de la casa puede tener pocas posibilidades de ventilación, lo que podría provocar el deterioro de elementos con valor histórico. Una mayor superficie de contacto con el medio ambiente exterior en estas zonas puede elevar las condiciones de salubridad de la vivienda.



The surface of the roof can represent around 50% of the building envelope. It is also the surface of the envelope that receives more solar radiation. Thus, the rooftop house might have greater opportunities for good environmental performance than the flat house. A responsive design of the volume of the rooftop might increase the solar access of the lower levels, improving the performance of the whole building.

#### Research strategy 1: Case 1 [C1]

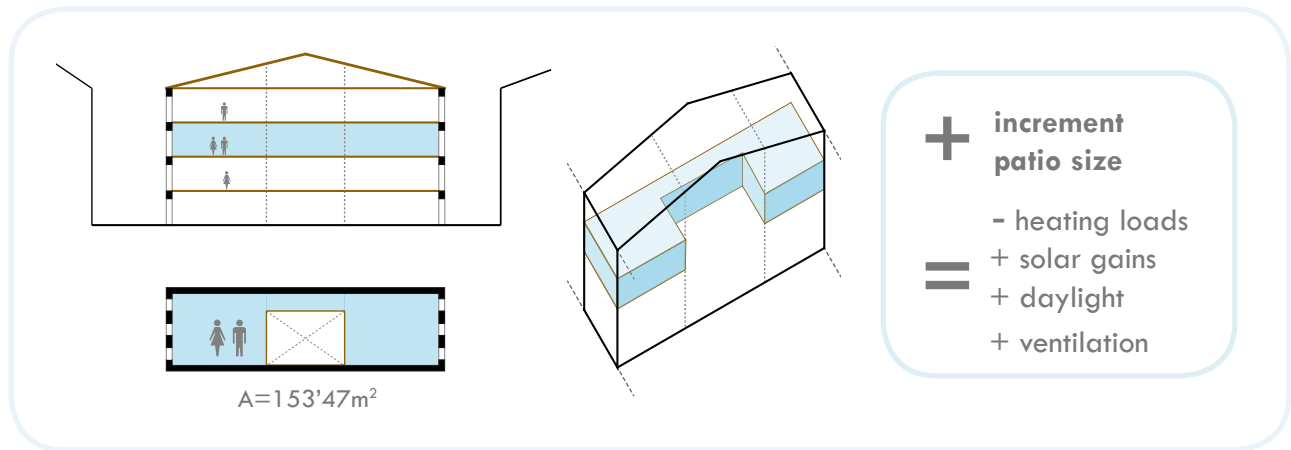


Figure 0.3

#### HYPOTHESIS 4: DWELLING SIZE

**Validity and preservation of historic dwellings depend on their adaptability to current requirements of society.**

Although the building envelope can be substantially improved and the enlargement of the patio can bring good levels of daylight and natural ventilation, there is another characteristic of historic buildings that makes them unsuitable for contemporary society: dwelling size. During last century, family types have evolved greatly, while the number in family members has decreased. The houses in Santiago have little flexibility in that respect. In some cases their large dimensions may make them unmanageable for the owners and not accessible for a large part of the population. Because this might provoke a reduction of social diversity and derived problems in the old town, investigation in this direction may be of interest in order to make historic dwellings a competitive option in the stock market and affordable houses to be properly maintained.

#### HYPOTHESIS 5: INDOOR COMFORT

**The way to reach contemporary living standards in a historic building requires further measures than the improvement of the envelope, which provide better daylight and natural ventilation.**

Better solar access, uniform daylight distribution and cross ventilation would improve comfort and quality of indoor spaces. Although sunlight may be less relevant in houses than in some non-residential buildings, due to occupancy schedules and uses, it has been proven that a certain level of daylight is necessary for the occupants' health. On the other hand, natural ventilation is crucial in this climate, due to high levels of humidity, and it is especially important in historic buildings, which use evaporation and ventilation to reduce the moisture in the walls to an acceptable level. In a deep building, the central area of the house may have little opportunities for ventilation, which could cause damage to elements of historical value. Larger surface of exchange with the outdoor environment in these areas can improve the conditions of salubrity of the dwelling.

### HIPÓTESIS 6: LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

**Para alcanzar el balance térmico en estas viviendas no es suficiente con reducir las pérdidas de calor sino que es necesario aumentar las ganancias solares.**

El balance energético existe cuando la suma de los flujos de calor es cero, siendo la radiación solar el aporte de energía más significativo en un edificio (Szokolay, 2003). Debido al desfavorable acceso solar de las casas en Santiago, las ganancias de calor son mínimas en comparación con las pérdidas, con lo que el balance del edificio depende de la resistencia térmica y la estanqueidad. A pesar de la nubosidad del clima, un incremento de las ganancias solares puede contribuir eficazmente a mejorar la eficiencia energética del edificio.

### HIPÓTESIS 7: LA ASEQUIBILIDAD

**El aumento de la asequibilidad de estos edificios puede potenciar la ocupación de las viviendas a largo plazo.**

El alto coste en mantenimiento y rehabilitación, y la falta de flexibilidad para adaptarse a diferentes tipos de vivienda son algunos de los impedimentos principales de estos edificios para mantener una ocupación regular. Los aspectos descritos previamente (la mejora medioambiental, la reducción de la demanda energética y el ajuste del tamaño de la vivienda) podrían permitir una mejor gestión de estas construcciones y la reducción del número de edificios vacíos.

## Research strategy 2: Case 2 (C2)

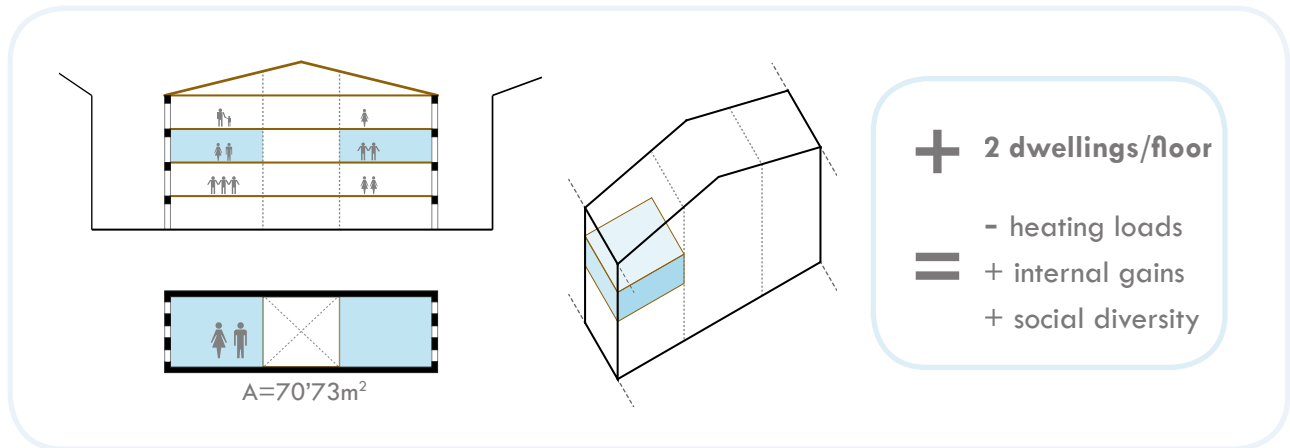


Figure 0.4

## HYPOTHESIS 6: ENERGY EFFICIENCY

**Due to the uneven thermal balance of these houses, the aim should be not only to reduce heat losses but to increase heat gains.**

Thermal balance exists when the sum of all heat flow terms is zero, solar radiation being the most significant energy input into a building (Szokolay, 2003). Due to the poor solar access of the houses in Santiago, solar gains are minimal compared to heat losses, and so the balance of the building relies upon thermal resistance and airtightness. In spite of the cloudy climate, bigger solar gains may effectively contribute to raise the energy efficiency of the building.

## HYPOTHESIS 7: AFFORDABILITY

**The increase of the affordability of these buildings would enhance the occupation of the dwellings in the long term.**

Two main shortcomings of this architecture to uphold regular occupation is the high cost in maintenance and refurbishment and the lack of flexibility to adapt to different dwelling types. The aspects described previously (environmental improvement, reduction in energy demand and adjustment of dwelling size) might induce to better management of these constructions and the reduction of the number of unoccupied buildings.

## Research strategy 3: Rooftop house (nR)

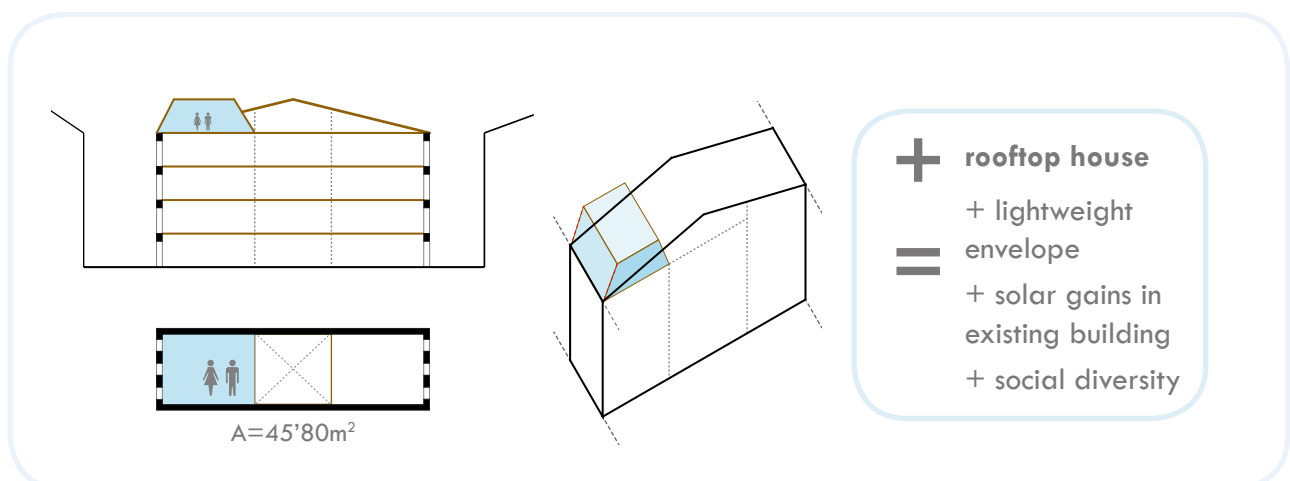


Figure 0.5

## (0.3) Objetivos

1 - El objetivo principal de este trabajo es la evaluación del uso residencial en la zona vieja de Santiago de Compostela. Con esto se pretende identificar los problemas de alojamiento del casco histórico y los motivos de su despoblación. Estos aspectos servirán de base para el desarrollo de una metodología para mejorar las condiciones de vida en estos edificios.

2 - Otro objetivo importante es el estudio de la relación entre el volumen edificado, su permeabilidad al ambiente exterior y su ocupación, que se llevará a cabo a través del análisis de la evolución de las casas compostelanas. Junto al estudio del clima, permitirá sentar las bases para realizar el análisis del potencial medioambiental de la casa histórica.

3 - El conocimiento de la normativa vigente es relevante para entender los métodos actuales de rehabilitación de estos edificios e identificar aquellos aspectos que podrían ser objeto de mejora. Asimismo, permitirá determinar la aplicabilidad de las medidas estudiadas.

4 - El estudio de la población es un objetivo fundamental de esta investigación. El aumento del número de habitantes y de la diversidad social en esta zona se consideran aspectos clave para mejorar la calidad urbana y las condiciones de los edificios.

5 - La cuantificación de las mejoras ambientales alcanzadas mediante la aplicación de las estrategias de investigación es crucial para calibrar la influencia de esta metodología. Los objetivos en cuanto al confort interior y al consumo energético son los siguientes: alcanzar niveles mínimos de iluminación natural para el desarrollo de tareas domésticas, obtener índices mínimos de entrada de aire fresco a todas las habitaciones y llegar a la temperatura de confort interior con un consumo bajo de calefacción.

6 - Examinar las implicaciones económicas de estas medidas es un objetivo fundamental, así como promover la asequibilidad de los procesos de rehabilitación y mantenimiento.

7 - Otro aspecto importante de esta investigación es su aplicabilidad, por lo que se tratará de identificar posibles líneas de investigación y aplicaciones prácticas para proyectos de rehabilitación.

8 - Por último, la metodología investigada se examinará ligando los distintos aspectos abordados y sopesando los resultados obtenidos. El objetivo último de este estudio es la elaboración de un diagnóstico sobre el futuro de la rehabilitación de edificios históricos en Santiago de Compostela.

## (0.3) Targets

1 - The main target of this work is the evaluation of the residential use in the old city of Santiago de Compostela. This is expected to lead to the identification of the problems of the historic centre to accommodate residents and to find the clues to stop the depopulation in this area. These aspects will help in the development of a methodology to improve the living conditions in these buildings.

2 - The analysis of the evolution of the Compostelan houses is expected to throw some light on the relation between building volume, permeability to the outdoor environment and occupancy. Together with the study of the climate, it is meant to establish the guidelines for the environmental assessment of the historic house.

3 - The knowledge of the current regulations is relevant to understand the current practice of retrofitting of these buildings and identify the gaps that might become a source of improvement. It is also intended to determine the suitability of the measures studied.

4 - The study of the population is another important goal of this research. The increase of the number of inhabitants and the social diversity in the area are considered clues to improve the urban quality and the conditions of the buildings.

5 - The measurement of the environmental improvements achieved by the application of the research strategies is crucial to assess the influence of this methodology. The aims regarding the conditions of indoor comfort and the energy consumption are these: to reach minimum levels of daylight to the development of domestic tasks, to get minimum rates of fresh air supply in all the rooms and to achieve the comfort indoor temperature at a low heating consumption.

6 - It is a crucial target to examine the economic implications of these measures and support the affordability of the retrofitting and maintenance process.

7 - One important aspect of this research is its applicability. Thus, possible research threads and applications for retrofitting projects will be pointed out.

8 - Finally, the suitability of the methodologies investigated will be studied by linking the different aspects addressed and pondering the results obtained. The ultimate aim of this study is the formulation of a diagnosis about the future of the refurbishment of historic houses in Santiago de Compostela.

## (0.4) Estructura y metodología

El tema de esta investigación se abordará desde diversos puntos de vista en el próximo capítulo (**Contexto**), basado en la consulta bibliográfica y el estudio del clima. La viabilidad de las hipótesis formuladas, que dependen de su adaptabilidad a la normativa actual, será analizada en el capítulo 2 (**Urbanismo y normativa**), mediante el estudio del *Plan Especial de Protección e Rehabilitación da cidade histórica de Santiago* y la consulta a expertos de las instituciones públicas.

Con el objetivo de alcanzar un nivel de investigación más profundo y obtener resultados específicos, se ha considerado apropiado acotar el ámbito de la investigación, a pesar de las desventajas que la simplificación podría conllevar. Se ha elegido una manzana que reúne los aspectos principales del estudio y se ha definido un edificio representativo de ésta, cuyas dimensiones coinciden con las dimensiones medias de los edificios de la manzana. El estudio del escenario de ocupación estará, por lo tanto, enfocado a una manzana urbano específica, e incluirá tanto la información sobre los residentes como sus opiniones sobre sus casas (capítulo 3, **Arquitectura y población**). Los datos han sido obtenidos a partir de los datos del censo de Santiago y de cuestionarios realizados a las familias residentes. Con el propósito de obtener una perspectiva amplia del problema, se contrastará la opinión de los habitantes sobre la capacidad de alojamiento del casco viejo con la evaluación de profesionales ligados a la actividad rehabilitadora de esta área. Finalmente, el comportamiento medioambiental de estas viviendas será explorado mediante la auditoría energética de dos estudios de caso, a través de mediciones puntuales y del uso de registradores de datos de temperatura y humedad.

Las medidas estudiadas hasta este punto se examinan en el capítulo 4 (**Energía y confort**), que aborda la rehabilitación energética de la casa representativa. El efecto de la aplicación de las hipótesis de investigación se evalúa mediante métodos tradicionales de cálculo y el uso de programas de análisis medioambiental. El programa TAS de EDSL se utiliza para el modelado térmico y para el cálculo de la carga de energía, y el programa ECOTECT para análisis de acceso solar e iluminación natural. La viabilidad de las soluciones habituales y de las propuestas serán descritas en el capítulo 5 (**Materiales y presupuesto**), con la ayuda de programas y bases de datos para el cálculo de presupuestos y de casos específicos desarrollados por la Oficina Técnica-Taller de Proyectos del Consorcio en los últimos años. El capítulo 6, denominado **Líneas de investigación**, se centrará en la adecuación de los resultados principales y señalará los aspectos asociados que podrían requerir mayor atención. Finalmente, las conclusiones particulares de cada apartado se agruparán y se comentarán conjuntamente, con la intención de elaborar un diagnóstico certero.

Debido a los distintos ámbitos en los que se ha desarrollado la investigación y con el objetivo de lograr una mayor difusión, el documento se ha escrito en inglés y en castellano, con excepción de las referencias y de los apéndices. El texto en inglés se ha colocado en las páginas impares y el texto en castellano en las pares, excepto las portadas de cada capítulo, que son bilingües. Para evitar duplicidades, las figuras se han restringido a la parte escrita en inglés, y en las páginas en castellano aparecen únicamente el título, número y fuente de las imágenes. Ambas partes incluyen párrafos en gallego correspondientes a citas, seguidos por su traducción en el idioma que corresponda. Con excepción de las citas, las palabras en una lengua distinta a la de la página se escriben en cursiva.

## (0.4) Structure and methodology

The topic of this investigation will be studied from several points of view in the following chapter (**Context**), based on literature and study of the climate. The feasibility of the research hypothesis, which depend on their adaptability to the current regulations, will be analysed in chapter 2 (**Urbanism and regulations**), through the study of the *Plan Especial de Protección e Rehabilitación da cidade histórica de Santiago* and the consultation to the experts in public institutions.

In order to achieve a deep level of research and obtain specific results, it has been considered appropriate to narrow the scope of the investigation, in spite of the disadvantages that simplification might bring. An urban block that meets the main research targets has been selected, as well as a representative house, whose dimensions coincide with the average of the block buildings. The examination of the occupation pattern will be, then, focused on a specific urban block, and will include both data of the residents and their opinions about their houses (chapter 3, **Architecture and population**). The information has been obtained from the census of population and from questionnaires done to the resident families. In order to achieve a wide overview of the problem, the inhabitants' judgement about the pros and cons of the accommodation capacity of the old city will be matched to the evaluation of professionals linked to the retrofitting activity in this area. Finally, the environmental performance of these dwellings will be carefully explored through the energy audit of two case studies, by means of spot measurements and use of temperature and humidity data-loggers.

The measurements studied so far are tested in chapter 4 (**Energy and comfort**), which addresses the energy retrofitting of the representative house. The effect of the application of the research strategies is measured by traditional methods of calculation and through the use of environmental analysis software programmes. The software TAS by EDSL is used for thermal modelling and energy load calculation and the software ECOTECT by Autodesk for solar access and daylight. The feasibility of current and proposed solutions will be described in chapter 5 (**Materials and cost**), with the help of budget calculation software programmes, generic databases and specific cases developed by the *Oficina Técnica-Taller de Proyectos* of the Consorcio in recent years. Chapter 6, named **Research lines**, will focus on the suitability of the main results and will comment on associated issues that might require further research. Ultimately, particular findings observed within the scope of each section will be assembled and considered as a whole in the conclusions, with the purpose of formulating an accurate diagnosis.

Due to the different backgrounds of this investigation and in order to reach a wider audience, this document has been written in English and Spanish, except for the references and the appendices. The English text has been placed in the odd pages, being the Spanish text in the even pages, except for the front pages of every chapter, which are bilingual. In order to avoid duplication, the figures have been shown in the English side, and only their title, number and source have been included in the Spanish pages. Both parts include Galician passages corresponding to quotations, followed by the translation in English or Spanish, according to the case. Except for the quotations, every word in a different language to the one of the page are written in italics.





(1.1) Edificios de bajo consumo en España  
(1.2) Rehabilitación sostenible en Galicia  
(1.3) Vivienda histórica en Compostela  
(1.4) Análisis climático  
(1.5) Potencial medioambiental de la vivienda

## contenido

(1.1) Low-energy buildings in Spain  
(1.2) Sustainable refurbishment in Galicia  
(1.3) Historic housing in Compostela  
(1.4) Climate analysis  
(1.5) Dwelling environmental potential

## contents



# Capítulo 1

## Contexto

# Chapter 1

## Context

En las páginas anteriores se introdujo el tema de investigación y se formularon las hipótesis principales. En este capítulo se realizará un análisis más detallado de los aspectos que motivaron el desarrollo de esta investigación. En primer lugar se estudiará el contexto de la rehabilitación sostenible en los ámbitos nacional y regional. Posteriormente se hará una descripción de la evolución histórica de las casas tradicionales compostelanas y del clima de Santiago de Compostela. Con los datos obtenidos se realizará un análisis del potencial medioambiental de estas construcciones, que servirá de base para el estudio de confort y eficiencia energética.

The topic of this study was introduced in the previous pages, as well as the main research hypothesis. This chapter will undertake a more detailed analysis of the aspects that prompted the development of this investigation. Firstly, the background of sustainable retrofitting at national and regional levels will be studied. Secondly, a description of the historic evolution of the traditional houses and the particularities of the climate of Santiago de Compostela will be undertaken. The information obtained will be used to assess the environmental potential of these constructions, which will be the basis for the analytic work on indoor comfort and energy efficiency.

# (1.1) Contexto energético en España

El consumo energético en España está caracterizado por una elevada dependencia (en torno al 80%) ya que el mercado está dominado por productos derivados del petróleo, en su gran mayoría importados. Dicho consumo ha aumentado sustancialmente en las últimas tres décadas. Cuatro crisis económicas han tenido lugar en la mayoría de los países desarrollados en este período (1973, 1979, 1993, 2008). En consecuencia, durante los años 70 en Europa, se han realizado mejoras en la eficiencia energética y en la reducción de la dependencia. En España, dicha evolución, llegará con una década de retraso una afectando a la reforma industrial de los años 80. A partir de la incorporación de España a la Unión Europea en 1986, tuvo lugar un período de expansión económica que impulsó el desarrollo del mundo de la construcción y la industria, y un aumento progresivo del consumo energético. En los años 90, debido a una nueva crisis, el consumo se estabilizó manteniendo una leve tendencia al alza hasta 2004. Desde entonces, el Plan de Acción de Eficiencia Energética Nacional, coordinado por la Unión Europea, provocó la tendencia inversa. Ésta se vio reforzada por la crisis económica internacional del 2008, que afectó profundamente la economía del país, especialmente el sector de la construcción.

## Planes de Acción de Eficiencia Energética Nacional

Figura 1.1. Fuente: Ministerio de Industria de España (2011)

La energía de uso final y la Directiva de Servicios Energéticos (DSE) son una herramienta legislativa europea para aumentar el ahorro energético del consumidor. Su objetivo es aumentar la eficiencia energética cubriendo cuatro áreas principales: residencial, terciaria, industrial y el sector del transporte. Los estados miembros han desarrollado el Plan de Acción de Eficiencia Energética Nacional para la Comisión Europea, bajo la DSE, adoptada en diciembre de 2005. Esta directiva exige que los estados miembros alcancen un ahorro energético de un 1% al año durante 9 años, empezando desde 2008 hasta 2017. Aunque estos objetivos no son prescriptivos, el Plan de Acción de Eficiencia Energética Nacional (PAEEN) tiene que ser aprobado por la Comisión Europea (CE) y revisado cada 3 años. La figura 1.1 resume los planes nacionales en España. El objetivo del Plan de Acción de Eficiencia Energética 2011-2020 es un consumo energético anual de 102.220 ktep en el 2020 (siendo 1tep=107 kcal), respetando así el incremento del 2% al año, establecido en planes previos. La demanda energética se apoya principalmente en tres sectores: transporte (39,3%), industria (30,2%) y vivienda (15,8%) (figura 1.2). En el sector de la construcción, las medidas llevadas a cabo para alcanzar este objetivo están basadas en la mejora de la envolvente y la eficiencia energética de las instalaciones.

# (1.1) Energy context in Spain

Energy consumption in Spain is characterised by a high dependency (around 80%), as the market is dominated by oil products that are almost entirely imported. Energy demand in this country has increased remarkably in last three decades. Four economic crises occurred in most developed countries during this period (1973, 1979, 1993 and 2008). As a consequence of the former, improvement in energy efficiency and dependency reduction took place in the 1970s in Europe, arriving to Spain a decade later, affecting the industrial reconversion of the 1980s. Since Spain joined the European Union in 1986, a period of economic expansion prompted the development of construction and industry and the incremental increase in energy consumption. In the 1990s, due to a new crisis, the consumption was stabilised, keeping a soft increasing tendency until 2004. Since then, the National Energy Efficiency Action Plan, coordinated by the European Union, provoked the inversion of the tendency. This trend was reinforced by the international economic crisis in 2008, which deeply affected the economy of the country, especially the construction sector.

National Energy Efficiency Action Plans



Figure 1.1. Source: Ministry of Industry, Energy and Tourism of Spain (2011)

The Energy end-use and Energy Services Directive (ESD) is a EU legislative tool to increase energy savings on the consumer. It seeks to increase energy efficiency covering four main areas: residential, tertiary, industry and transport sectors. Member States developed the National Energy Efficiency Action Plan for the European Commission, under the ESD, which was then adopted in December 2005. This directive requires the states to achieve energy savings of 1% per year over 9 years, starting from 2008 until 2017. Although these targets are non-binding, National Energy Efficiency Action Plans (NEEAP) have to be approved by the European Commission (EC) and reviewed every 3 years. Figure 1.1 summarises the National Plans in Spain. The target of the Energy Efficiency Action Plan 2011-2020 is an annual energy consumption of 102.220 ktep by 2020 (being 1 tep = 107 Kcal), which respects an increment of 2% per year, established in previous Plans. Energy demand relies mainly in three sectors: transport (39,3%), industry (30,2%) and residential (15,8%) (figure 1.2). In the construction sector, the measurements taken to achieve this target are based on the improvement of the envelope and the energy efficiency of the equipment.

## Consumo energético en España

Figura 1.2. Modificado de Ministerio de Industria de España (2011)

La Directiva 2002/91/CE, que hace referencia a la eficiencia energética de los edificios, no cumplía las expectativas generadas y pronto se enfrentó a un panorama mucho más estricto (20/20/20). Esto llevó al Parlamento Europeo y al Consejo de la Unión Europea a reformular dichas pautas en la Directiva 2010/31/UE (DEEE), la cual planteaba que cada nueva construcción llevada a cabo en Europa desde 31 de Diciembre de 2020 (2018 para edificios públicos) debería ser prácticamente de consumo cero (hZEB). Esto ha generado diversos Decretos Ley en el marco de las normativas españolas (RD 314/2006, RD 47/2007, RD 1027/2007 y otro Real Decreto incluyendo la Clasificación Energética de edificaciones existentes). La primera normativa nacional de obligado cumplimiento para el ahorro energético fue el Real Decreto 1490/1975, tras la crisis de 1973. Este evolucionaría en la Norma Básica de la Edificación relativa a Condiciones Térmicas (NBE-CT-79) estando en vigor hasta el 2006, cuando hizo su aparición el Código Técnico de la Edificación (documentos básicos DB-HE) (Rodríguez, 2012). La tabla 1.1 muestra la comparativa entre diferentes normativas, analizando las transmitancias de diferentes superficies constructivas.

Tabla 1.1. Transmitancia térmica [ $W/m^2K$ ]. Modificado de De Luxán et al. (2012).

## Energy consumption in Spain

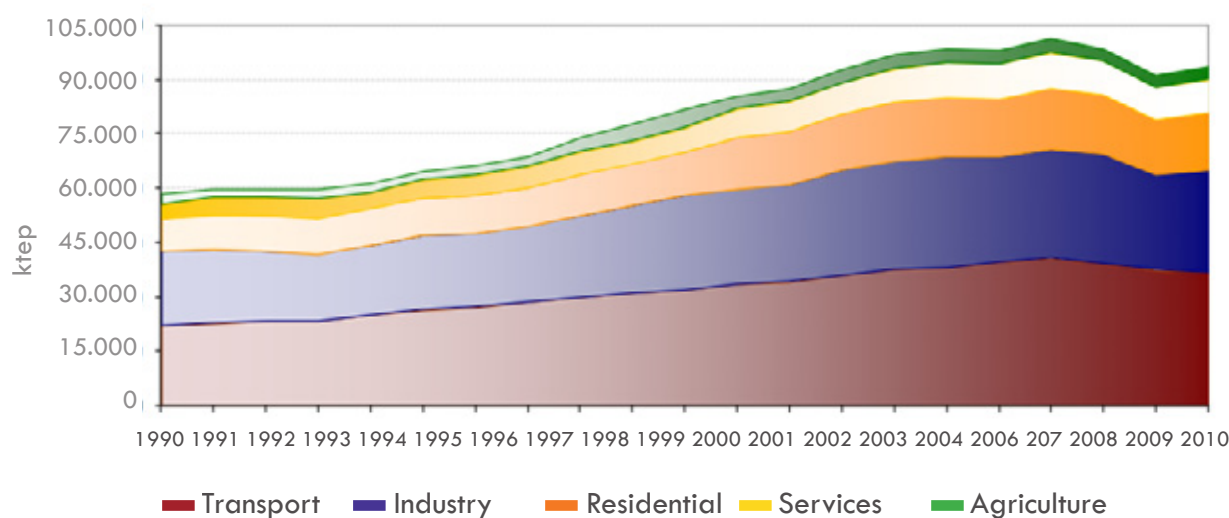


Figure 1.2. After Ministry of Industry, Energy and Tourism (2011)

The Directive 2002/91/CE, relative to building energy efficiency, did not meet the expectations considered and soon had to face a much more strict panorama (20/20/20). This led the European Parliament and the Council of the European Union to reformulate this guideline into Directive 2010/31/UE (DEEE), which stated that every building of new construction in Europe from 31<sup>st</sup> of December of 2020 (2018 for public buildings) should be almost zero-energy buildings (nZEB). This has resulted into several *Decretos Ley* in the framework of Spanish regulations (RD 314/2006, RD 47/2007, RD 1027/2007 and other *Real Decreto* including the Energy Classification of Existing Buildings). First national regulations of general application for energy savings were the *Real Decreto* 1490/1975, adopted after the crisis in 1973. It would derive into the *Norma Básica de la Edificación relativa a Condiciones Térmicas* (NBE-CT-79), lasting until year 2006, when the current *Código Técnico de la Edificación* (documentos básicos DB-HE) became effective (Rodríguez, 2012). Table 1.1 shows a comparison among the different regulations regarding transmitancias of the building surfaces.

Table 1.1. Thermal transmittance [ $W/m^2K$ ]. After De Luxán et al. (2012).

		In contact with the exterior				In contact with unoccupied space			
		Wall	Roof	Floor	Window	Wall	Roof	Floor	Window
Protected dwellings 1939	max.	2,00	2,90	-	-	-	2,90	-	-
	min.	1,62	1,62	-	-	-	2,00	-	-
Protected dwellings 1969	max.	1,85	2,00	-	-	-	2,00	-	-
	min.	1,39	1,39	-	-	-	1,85	-	-
NBE-CT-79	max.	1,80	1,40	1,00	-	2,00	1,40	1,40	-
	min.	1,20	0,70	0,70	-	1,60	1,20	1,20	-
CTE-DB HE1	max.	0,94	0,50	0,53	5,70	1,22	0,65	0,69	5,70
	min.	0,57	0,35	0,48	1,90	0,74	0,46	0,62	3,10

El área de aplicación del CTE afecta principalmente a nuevas construcciones y rehabilitaciones de proyectos que excedan el 25% de la superficie. Los aspectos energéticos en el CTE se compilan en cinco documentos básicos: HE1 (limitación de la demanda energética), HE2 (eficiencia de las instalaciones térmicas), HE3 (eficiencia energética de las instalaciones lumínicas), HE4 (energía solar para agua caliente sanitaria) HE5 (energía fotovoltaica). A diferencia del resto de países de la Unión Europea, no hay exigencias globales en temas de consumo energético, Emisiones CO<sub>2</sub> o uso de energía. El CTE regula el cálculo de la tasa de eficiencia energética (gracias al Real Decreto RD 47/2007, de obligado cumplimiento desde 2008), con una metodología específica que permite la evaluación y comparación de diferentes construcciones por un período de 10 años. Se debe aplicar tanto a edificios de nueva planta, como a rehabilitaciones con una superficie mayor de 1000 m<sup>2</sup> o en las que se propone la renovación de más del 25% de la envolvente. Los procesos de verificación para proyectos de nueva planta se pueden llevar a cabo con software como LIDER y CALENER, implantados por el CTE y administrados por el Ministerio de Vivienda y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE). En el año 2010, solamente el 4% de las nuevas construcciones fueron consideradas nivel A, mientras que el 75% fueron clasificadas entre las categorías E y D.

Como se ha mencionado previamente, está en desarrollo un Real Decreto centrado en edificaciones preexistentes, que será obligatorio en casos de venta, alquiler o traspaso o cuando la construcción tenga una instalación central de más de 400 kW. El software conocido como CE3, todavía en fase de diseño, aportará una tasa de Eficiencia Energética de las construcciones existentes de acuerdo con su zona climática y situación, tipología y año de construcción, con una validez de 10 años.

Tabla 1.2. Comparación de los métodos de evaluación medioambiental. Modificado de Ehabilita. (2012).

Cuantificar la sostenibilidad de un proyecto es una tarea complicada que en los últimos años se ha desarrollado a través del uso de bases de datos de materiales ecológicos, manuales de construcción sostenible, métodos de evaluación medioambiental (BREEAM, LEED, VERDE, MINERGIE o PASSIVHAUS) que consideran varios aspectos tales como su situación, eficiencia energética y calidad del aire (tabla 1.2), software vinculados a bases de datos (TQC2000 o BEDEC PRPCT, Instituto de Tecnología de la construcción de Cataluña) o software de simulación energética, tales como CYPE, DOE-2, CALENER, TRNSYS, ENERGYPLUS, TAS, ECOTECT, MATLAB-SIMULINK, CFD-FLUENT o ANSYS. Una metodología basada en simulaciones que consideren el balance energético entre la envolvente y el ambiente interior, así como la inercia de las instalaciones y la entalpía, permite altos niveles de rigor.

The area of application of CTE concerns mainly new constructions, and it generally affects retrofitting projects in interventions exceeding 25% of the floor surface. Energy aspects in CTE are comprised within five *Documentos Básicos*: HE1 (limitation of energy demand), HE2 (efficiency of thermal installations), HE3 (energy efficiency of lighting systems), HE4 (solar energy for hot water system) and HE5 (photovoltaic energy). In contrast with most European Union countries, there is not a global exigency in energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions or energy use. The CTE regulates the calculation of Energy Efficiency level (through the *Real Decreto* RD 47/2007, compulsory from October 2008), with a specific methodology allowing evaluation and comparison of different buildings valid for a 10 years period. It is applicable to new buildings and retrofitting projects whose floor plan exceeds 1000m<sup>2</sup> or if more than 25% of the envelope is being renovated. Verification procedures for new buildings can be undertaken with the softwares LIDER and CALENER, established in CTE and offered by the Ministry of Housing and the Institute of Energy IDAE (*Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía*). In year 2010, only 4% of the new buildings were considered level A, while 75% were classified in categories E and D.

As mentioned before, a *Real Decreto* focused on existing buildings (which would be mandatory in cases of sell, rent or trespassing, or when the building has a central installation of more than 400kW) is still under development. A specific software, named CE3, is also under design, which would provide Energy Efficiency rate of the building stock (according to building type, climatic area and location, and year of construction), also with a validity of 10 years.

Table 1.2. Environmental evaluation methods comparison. After Ehabilita. (2012).

	Country	Nº of projects (Spain)	Site Analysis	Use of water	Energy Efficiency	Materials	Indoor air quality
BREEAM ES	UK	> 25.000 (11)	YES	YES	YES	YES	YES
LEED	USA	> 20.000 (11)	YES	YES	YES	YES	YES
VERDE	Spain	(14)*	YES	YES	YES (level C)	YES (level C)	YES
MINERGIE	Switzerland	15.000 (0)	YES	NO	YES	YES	YES
PASSIVEHAUS	Germany	10.000 (4)	YES	NO	YES	YES	YES
CTE (ESPAÑA)	Spain	>>	NO	NO	YES (level C)	YES (level C)	Partly

\* Registered but not built.

The ‘measurement of the sustainability’ of a project is a complex task which in recent years has been developed through the use of database of ecological materials, manuals of sustainable construction, methods of environmental evaluation (BREEAM, LEED, VERDE, MINERGIE or PASSIVEHAUS, considering several ‘sustainable aspects’, as shown in table 1.2), softwares linked to data bases (TQC 2000 or BEDEC PR/PCT, Instituto de Tecnología de la construcción de Cataluña) or energy simulation softwares (such as CYPE, DOE-2, CALENER, TRNSYS, ENERGYPLUS, TAS, ECOTECT, MATLAB-SIMULINK, CFD-FLUENT or ANSYS). Methodology based on building simulation, although additional basic manual calculations are highly recommendable, allows high level of rigour. It considers energy balance of envelope surfaces and indoor environment, as well as equipment inertia and water vapour balance.

Mientras la construcción de nuevas viviendas aumentó exponencialmente desde 1996 hasta 2006, la rehabilitación de viviendas existentes, considerablemente menor, no sufrió grandes variaciones (figura 1.3). Sin embargo, se han desarrollado algunas actividades coordinadas en rehabilitación por parte de la administración y mediante iniciativas privadas. Un ejemplo es el Institut Cerdà, que creó el proyecto Rehenergía para investigar la eficiencia energética en edificios rehabilitados. Este programa propone la aplicación de 14 estrategias de rehabilitación para diferentes tipologías y zonas climáticas basadas en la envolvente del edificio, instalaciones y energías renovables. La conclusión principal de Rehenergía, obtenida a partir de la realización de 1740 casos prácticos, es que el ahorro potencial en la demanda energética de las viviendas existentes es notable: 5-20% en consumo energético, 10-30% en emisiones de CO<sub>2</sub> y 500-2000 € al año por usuario en facturas energéticas.

#### Licencias para edificios residenciales en España

Figura 1.3. Fuente: INE (2011)



While construction of new buildings increased extensively from 1996 to 2006, refurbishment of existing buildings, considerably lower, did not show great variations (figure 1.3). However, some activity has been already developed in this direction, through the Administration and by private initiative. A good example is the Institut Cerdà, which created the project Rehenergía to investigate energy efficiency in refurbished buildings, through the application of 14 retrofitting strategies in different building typologies and climatic areas based on the envelope of the building, equipment and renewables. The main conclusion of Rehenergía, which has involved 1740 case studies, is that the potential of the built stock in savings in energy demand is significant: 5-20% in energy consumption, 10-30% in CO<sub>2</sub> emissions and 500-2000 € annual savings per household in energy bills.

Licenses for residential buildings in Spain

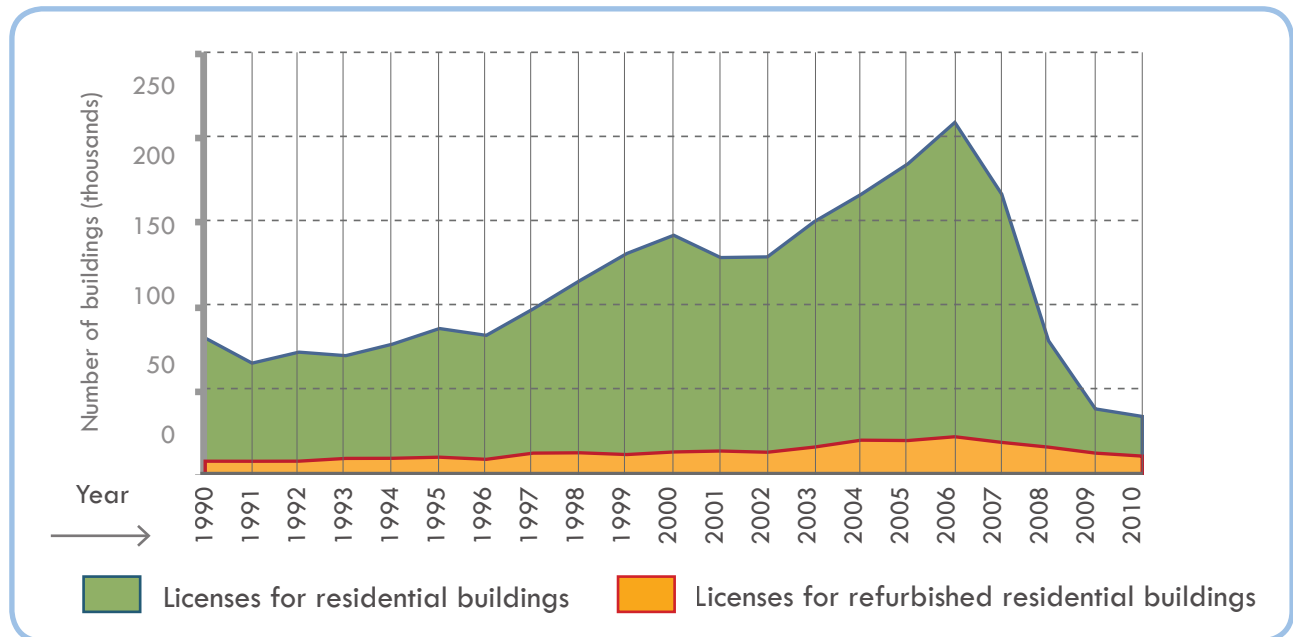


Figure 1.3. Source: National Statistics Institute, INE (2011).

## (1.2) Rehabilitación sostenible en Galicia

La Comunidad Autónoma de Galicia es una región localizada en el Noroeste de España. Debido a sus condiciones geográficas y orográficas, contiene varias zonas climáticas y el consumo energético de sus edificaciones varía considerablemente de unas a otras (figura 1.4). Existe una tendencia de consumo creciente en la región debido la variación de los estándares de confort y del número de hogares (aunque no de población) así como a la baja eficiencia de las instalaciones. Se espera que esta tendencia se invierta en los próximos años, de acuerdo a estudios llevados a cabo por el Instituto de Energía de Galicia (INEGA), debido a la aplicación de varias medidas tales como la mejora de la envolvente de los edificios, la eficiencia de los equipos de iluminación y la modificación de los patrones de ocupación. Por otro lado, la dependencia energética decreció en 2009 debido a la disminución del consumo eléctrico (potenciado por la crisis económica) y el desarrollo de las energías renovables. A pesar de que el clima es templado en esta región, el uso de energía doméstica se centra principalmente en el consumo de calefacción (en torno al 50% según el INEGA).

Consumo energético en el parque de edificios existentes en España

Figura 1.4. Fuente: Ministerio de Industria de España (2011)

La estimación sobre el consumo medio de energía varía ligeramente de fuentes nacionales a locales y no depende únicamente de la situación, sino también de la antigüedad y estado del edificio. Álvarez (2008) estimó una media de consumo en las viviendas gallegas de unos 120 kWh/m<sup>2</sup>año (de la que 60 kWh/m<sup>2</sup>año corresponderían al consumo de calefacción), a través del análisis de datos procedentes del *Instituto de Estadística de Galicia* (IGE), el Instituto de Energía de Galicia (INEGA) y el Ministerio de Industria. La investigación realizada por Álvarez estudia el consumo energético de edificios existentes en Galicia, diferenciados según su tipología y período de construcción. Se analiza el impacto de diversas estrategias de rehabilitación (tabla 1.3), estableciendo una jerarquía, cuyo efecto se puede extrapolar a un gran número de edificaciones a través de un número limitado de simulaciones. Una de las tipologías analizadas, denominada “construcción vernácula”, se refiere a edificios anteriores al año 1940, y toma como modelo la vivienda del casco histórico de Santiago de Compostela. Se calcula que su consumo energético medio es de 106 kWh/m<sup>2</sup>año. La mejora de estos edificios con la aplicación de medidas sencillas que no supongan ningún tipo de distorsión de la imagen del edificio (como el aislamiento de la cubierta y del suelo y la sustitución de ventanas) supondría ahorros de un 35% (consumo de 68 kWh/m<sup>2</sup>año). Si se aislasen los muros y se llevasen a cabo medidas más activas (como la creación muros solares) se podrían alcanzar ahorros de hasta 87 % (consumo de 14 kWh/m<sup>2</sup> año). Estas cifras serán de utilidad para evaluar la eficacia de las medidas estudiadas en esta tesis doctoral, que se realizará en el capítulo 4.

## (1.2) Sustainable refurbishment in Galicia

The *Comunidad Autónoma de Galicia* is a region located in the Northwest of the Spain where, due to its geographic characteristics and its particular topography, there are several bioclimatic areas and building energy consumption varies considerably from one area to the other (figure 1.4). There is a rising trend in the region, due to the increase in comfort requirements and number of households (although not in population) and the low efficiency of equipment. Several measurements, such as improvement of the building envelope, efficiency of equipment and lighting appliances and modification of occupancy patterns are expected to change the trend in coming years, according to studies carried out by the Galician Institute of Energy (INEGA). On the other hand, energy dependency decreased in 2009 due to diminishing electricity consumption (motivated by the economic crisis) and the substantial development of renewable energies. Although the climate is mild, use of domestic energy relies greatly on heating loads (around 50% of the household energy breakdown, according to INEGA).

Energy consumption of existing building stock in Spain

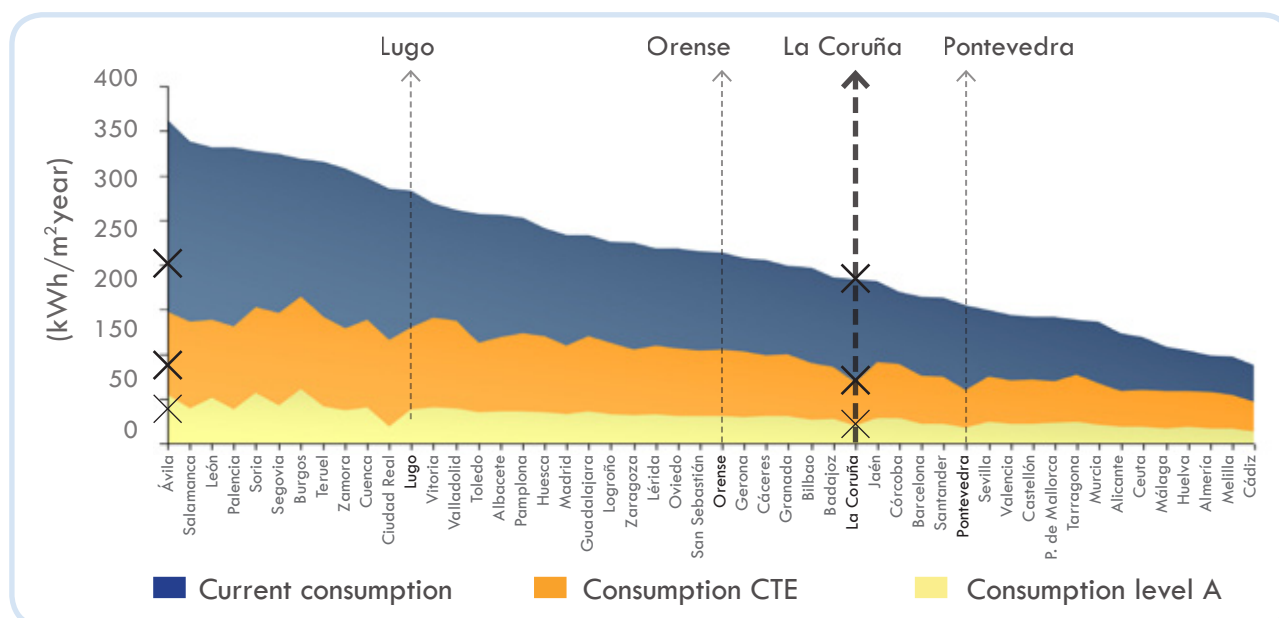


Figure 1.4. Source: Ministry of Industry of Spain (2011)

Estimation of average energy consumption varies slightly from national to local sources and depends not only on location, but in building age and conditions. Álvarez (2008), through the consideration of data from the Galician Statistic Institute (IGE), the Galician Institute of Energy (INEGA) and the Ministry of Industry, estimated an average consumption in Galician dwellings of 120 kWh/m²·y (60 kWh/m²·year corresponding to the heat load). The research undertaken by Álvarez is focused on the energy consumption of existing buildings in Galicia according to their typology and date of construction. The impact and hierarchy of various retrofitting measures (table 1.3) is analysed. Their effect can be extracted to a wide range of building stock through a limited number of simulations. One of the typologies addressed, called 'vernacular architecture', refers to constructions built before 1940 and it is based on the historic house in Santiago de Compostela. It is calculated that their average energy consumption is 106 kWh/m²·year. The improvement of these buildings through the application of imperceptible measures avoiding any distortion of the image of the building (roof insulation, floor insulation and windows replacement) would imply energy savings of 35% (consumption of **68 kWh/m²·year**). If external wall insulation was considered and more active measures were to be undertaken, (such as solar wall systems), savings could go up to 87% (consumption of **14 kWh/m²·year**). These figures will be of use to evaluate the efficacy of the measures studies in this thesis, which will be done in chapter 4.

Tabla 1.3. Resumen del potencial de ahorro de soluciones de rehabilitación según varios estudios

A pesar del gran patrimonio arquitectónico gallego, la proporción de rehabilitaciones es menor que en el resto de España (31% de todas las licencias de construcción frente al 40% en el 2008, de acuerdo con el INE). Sin embargo existen varios programas, apoyados por el gobierno local, para animar a la rehabilitación de edificaciones existentes (Axudas RENOVE do Plan de Vivenda 2009-2012, Cédula de Rehabilitación de Calidade y las Áreas de Rehabilitación). El programa de Rehabilitación Integrada aspira a mejorar la situación socioeconómica y medioambiental en áreas urbanas y rurales a través de la vivienda, de los edificios públicos y de los espacios abiertos. Las Áreas de Rehabilitación en Centros Históricos (ARCH) se centran en la protección de las numerosas áreas urbanas históricas de Galicia (figura 1.5), mejorando la accesibilidad y reduciendo el consumo energético. Dos buenos ejemplos de este tipo de intervención son el Barrio de la Tinería de Lugo o la Recuperación del Casco Viejo de Vigo. La recuperación urbana de centros históricos es, sin embargo, una ingente tarea que debe afrontar numerosos problemas (como el de la multipropiedad, los altos precios, las restrictivas normativas, la baja-ocupación o la especulación) y que no siempre alcanza sus objetivos. La preocupación general sobre el estado de deterioro y ruina del Patrimonio Urbano en Galicia ha sido fuente de investigación periodística (figura 1.6) y se ha materializado en diversas asociaciones. Un ejemplo es la Asociación de Amigos del Casco Histórico de Betanzos, que ha lanzado la campaña “SOS Betanzos” para proteger esta zona.

#### Centros históricos en Galicia y porcentaje de edificios en ruina

Figura 1.6. Fuente: La Voz de Galicia (13 de febrero de 2012)

#### Áreas de rehabilitación en Galicia

Figura 1.5. Fuente: *Consellería de Vivenda e Solo*

Table 1.3. Summary of savings potential from retrofit solution according to several studies

			Envelope Insulation			Windows	Controlled ventilation	Solar Energy			COMBINED
			Wall	Floor	Roof	Replacement	with heat recovery	Glazed Balcony	Solar Wall	Solar collector	SAVINGS
Dalenback, J.	1995	E	✓	×	×	×	5-20%	10-70%	15-70%	15-60%	70%
Balaras, C.A. et al	2000	T	20-40%			20%	20%	×	×	13-18%	
	2000	E	24-28%	18-20%	5-6%		×	×	×	13-17%	
Bell, M. & R. Lowe	2000	E	30%	×	5%	7%	×	×	×	×	
Voss, K.	2000	T	×	×	×	×	×	×	30%	12%	
Ponéek, J. et al	2004	E	✓	✓	×	✓	×	×	×	×	46%
Hong, S.H. et al	2006	T	10-17%	×	×	×	25%	×	×	×	
Stemmers, K.	2006	E	×	×	×	×	×	55%			
Richarz, et al	2006	T	30-40%	9%	9-12%	5%	×	40%	×	×	
	2006	E	✓	✓	✓	✓	×	✓	×	✓	30-47%
Donkelaar, M.	2007	E	✓	✓	✓	✓	✓	×	×	✓	30-60%
Cerdà Institute	2008	T	5-16%	×	4-14%	3-10%	×	×	×	15-30%	
Payback period			(years)	3-4 <sup>1</sup>	5-7 <sup>1</sup>	9 <sup>1</sup>	15-20 <sup>1</sup>	30-300 <sup>3</sup>	45-100 <sup>3</sup>	35-60 <sup>3</sup>	15-40 <sup>3</sup>
E= From field data			Payback data from :								
T= From theoretical research			1. Bell, M. & R. Lowe			2. Richarz, et al		3. Dalenback, J.			

In spite of the large Galician architectonic heritage, retrofitting projects are proportionally lower than in Spain (31% of the overall construction licenses against 40% in year 2008, according to the National Statistics Institute). Nonetheless, there are several programs, supported by the local government, to encourage housing stock retrofitting (*axudas RENOVE do plan de vivenda 2009-2012*, *Cédula de Rehabilitación de Calidade* and the *Áreas de Rehabilitación*). The program *Rehabilitación Integrada* aims to improve socio-economic and environmental conditions in urban and rural areas, through the improvement of residential, public buildings and open spaces. The Retrofitting Areas of Historic Centres (ARCH) are focused on old urban areas, of which are numerous locations in Galicia (figure 1.5), through the improvement of the accessibility and reduction of building energy consumption. Two good examples of this type of intervention are the *Barrio de la Tinería* in Lugo or the *Recuperación do Casco Vello* in Vigo. Urban recovering of historic centres is, however, a huge task, that must faces numerous problems (such as multi-property, high prices, regulations constraints, under-occupation or business speculation) and it not always achieves its targets. Public concern about deterioration and ruin of the conditions of urban heritage in Galicia has been source of press investigation (figure 1.6) and has materialized in several associations. An example of this is the *Asociación de Amigos do casco histórico de Betanzos*, that has launched the campaign ‘SOS Betanzos’ in order to protect this area.

Historic centres in Galicia and percentage of buildings in ruin

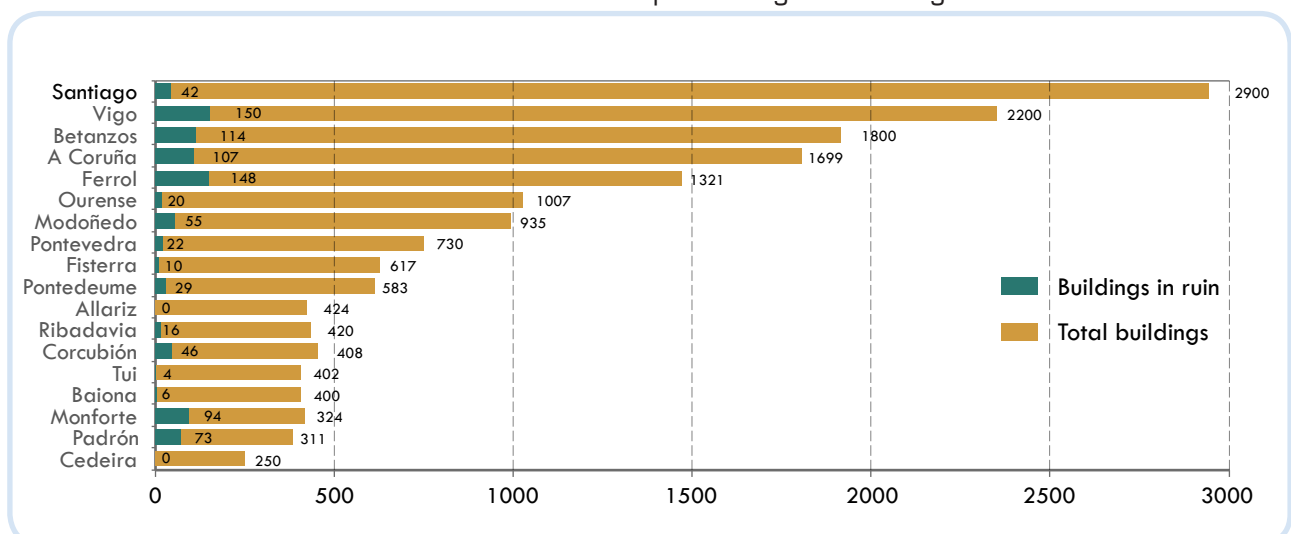
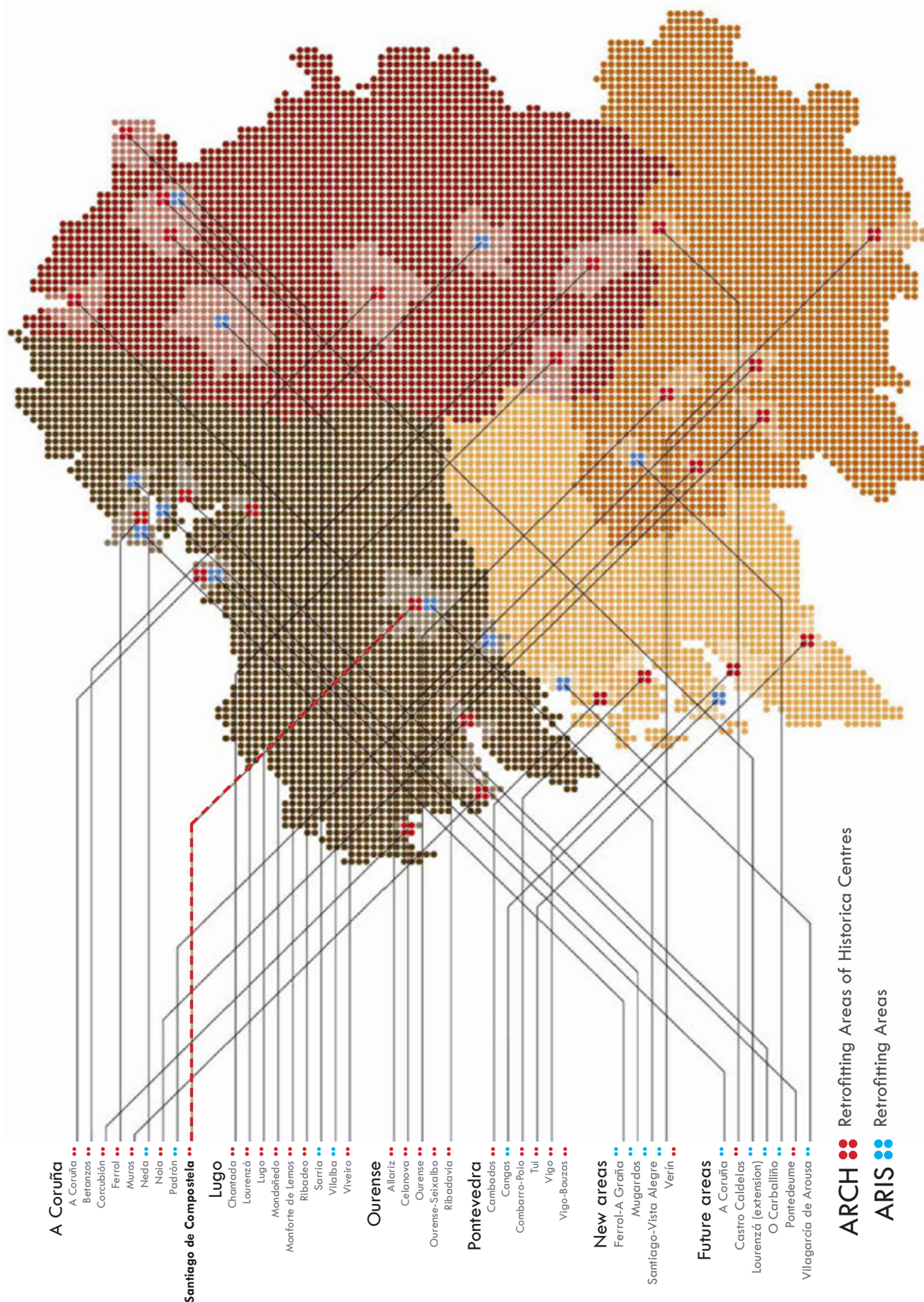


Figure 1.6. Source: La Voz de Galicia (13 February 2012)



## Refurbishment areas in Galicia



ARCH in A Coruña		
CITY	NAME	DATE
A Coruña	Cidade Vella e A Peixaría	2003
Betanzos	Conx. Hist. e zona de protección	2002
Corcubión	Casco Histórico	2003
Ferrol	A Magdalena e Ferrol Vello	2001
Noia	Casco Histórico	2001
Santiago Compostela	Casco Histórico de Santiago de Compostela	1998

ARCH in Lugo		
CITY	NAME	DATE
Lugo	Casco Histórico	1998
Mondoñedo	Casco Histórico e Barrios Históricos de S. Lázaro e “Os Muíños”	1998
Monforte Lemos	Burgo Medieval e zonas de influencia	2003
Viveiro	Casco Histórico	1998

ARCH in Pontevedra		
CITY	NAME	DATE
Baiona	Vila de Baiona	2011
Cambados	Conxunto Histórico	2001
Poio	Conxunto Histórico-Artístico de Combarro	2002
Tui	Casco Histórico	2001
Vigo	Casco Vello	1997

ARCH in Ourense		
CITY	NAME	DATE
Allariz	Conxunto Histórico	1996
Castro Caldelas	Centro Histórico	2007
Celanova	Entorno do Mosteiro de S. Salvador de Celanova e do Burgo Medieval de Vilanova dos Infantes	2002
Ourense	Casco Histórico	1998
Ourense	Núcleo de Seixalbo	2003
Rivadavia	Casco Histórico	1999

Figure 1.5. After Instituto Galego de Vivenda e Solo, IGVS (2012)

## (1.3) Vivienda histórica en Compostela

Santiago de Compostela es una ciudad medieval con un rico patrimonio. La ciudad es conocida por sus magníficos monumentos, que han sido fuente de interés religioso, arquitectónico y turístico durante siglos, siendo declarada Patrimonio de la Humanidad de la Unesco en 1985. Una característica diferenciadora del casco histórico compostelano respecto a otras ciudades es su hegemonía sobre las áreas urbanas más recientes. Al contrario de lo que ha ocurrido normalmente, la ciudad vieja no se ha fusionado con las nuevas zonas de la ciudad y sigue siendo el centro administrativo, político, social y cultural. Los desarrollos urbanos realizados en la segunda mitad del siglo XX se localizan como satélites del centro histórico, cuya estructura original se mantiene perfectamente reconocible y rodeada de amplias zonas verdes (Martí, 1995). Sin embargo, existe una tendencia decreciente de la población que la intensa actividad rehabilitadora apenas ha conseguido contener. Esto puede observarse en la figura 1.7: desde el año 1981 al 2004 el porcentaje de población del centro histórico descendió en un 3'24% y se estabilizó entre los años 2004 y el 2008.

Las graves consecuencias de la despoblación de la ciudad histórica de Santiago son más fáciles de deducir que las razones por las que se produce o el estudio de posibles soluciones. Éstas centrarán el desarrollo de los siguientes capítulos. El papel de preservar la ciudad como un organismo vivo ha recaído tradicionalmente en la arquitectura residencial. Aunque generalmente olvidado, es la vivienda y las actividades vinculadas a ésta las que han traído la ciudad hasta nuestros días en “condiciones saludables”. Por lo tanto, la rehabilitación de estos edificios anónimos es la clave para preservar el “antiguo Santiago” (Martí, 1995).

Tendencia de la población en la ciudad antigua de Santiago de Compostela

Figura 1.7. Modificado de Consorcio de Santiago (2008)

### - La Edad Media

La pequeña ciudad medieval de Santiago de Compostela surge tras el controvertido descubrimiento de la tumba del Apóstol Santiago. El asentamiento se esparce en torno a la tumba sagrada y es cerrada por una muralla, recibiendo el nombre de Locus Sancti. Como resultado de la congestión intramuros, algunas viviendas fueron construidas mas allá de la misma, respetando el antiguo trazado de las carreteras que llevaban hasta la ciudad (Bóveda, 2004). La ciudad religiosa, formada por la Iglesia de Santiago, los edificios monásticos y la población de clérigos y sirvientes, sufrió una gran expansión desde el siglo XI hasta el XIII. Dichos cambios hicieron necesaria la construcción de



## (1.3) Historic housing in Compostela

Santiago de Compostela is a medieval city with a beautiful stock of architectural treasures. The city is widely known by its magnificent monuments, which have been the source of religious, architectural and touristic interest for centuries, being declared Unesco World Heritage Site in 1985. What is different about the old town of Santiago is its predominance over newer parts of the city. Unlike the general pattern, the old city has not been merged with other areas and remains an administrative, political, social and cultural centre of the city. Urban developments in the second half of the last century are located as satellites of the historic centre, whose original structure remains perfectly recognisable and it is surrounded by large green areas (Martí, 1995). However, there is a downward trend in population that the intense retrofitting activity has merely achieved to contain. This can be observed in figure 1.7: from year 1981 to year 2004 the percentage of population in the historic centre decreased in 3'24% and it remained constant between 2004 and 2008.

The seriousness of the consequences of the depopulation of the historic city of Santiago is easy to estimate, better than the reasons and the study of possible solutions. This will focus the development of the following chapters. The role of preserving the city as a living organism has traditionally lain on the residential architecture. Although generally forgotten, it is the housing and the activities linked to it that have brought the town to our days in 'conditions of health'. Consequently, the key of the preservation of the 'old Santiago' can only be found in the retrofitting of these 'anonymous' buildings (Martí, 1995).

Population trend in the old city of Santiago de Compostela

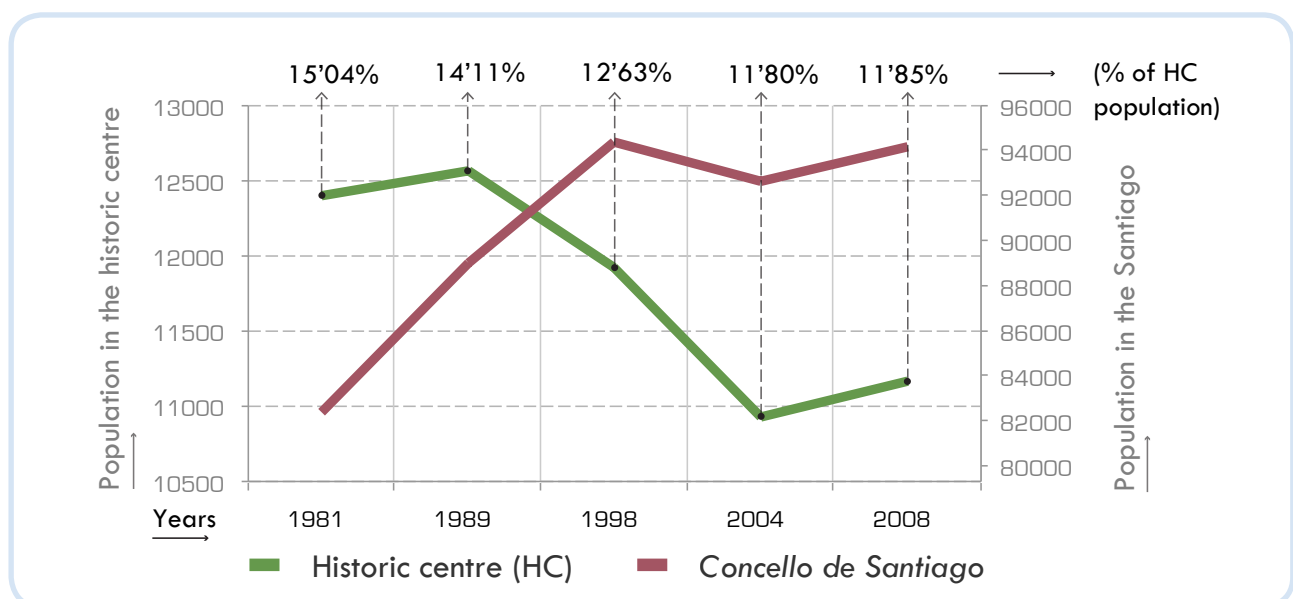


Figure 1.7. After Consorcio de Santiago (2008) and Census of Population of Santiago (2012)

### - The Middle Ages

Born **through/from** the controversial discovery of Apostle Santiago's tomb, the small medieval village of Santiago spread around the sacred grave and it was closed by a wall, receiving the name of *Locus Sancti*. As a result from the congestion within the walls, some houses were built beyond them, respecting the ancient designs of the roads leading to the city (Bóveda, 2004). The religious town, conformed by the Church of Santiago, the layout of monastic buildings and a population of clergymen and servants, experimented a substantial expansion from the 11<sup>th</sup> to the 13<sup>th</sup> centuries, which involved the construction

un segundo y definitivo cierre fortificado, permitiendo el asentamiento de una activa burguesía que llevaba a cabo actividades artesanales y otros negocios. El llamado privilegio de Ordoño II, definió en el año 915 el “suburbio de Compostela” como el área comprendida en un radio de 3 millas en torno a la Iglesia de Compostela. Cualquier persona capaz de estar en ella durante 40 días sin ser reclamado como sirviente adquiriría el derecho a vivir como un hombre libre en Compostela. Este fue el inicio de un movimiento migratorio desde el campo hasta la ciudad llevado a cabo por los habitantes del rural en busca de mejores condiciones de vida. Bama, Arca, Ferreiros, Sigüeiro, Beseño, Loureda, Melide, Aríns, Calo, Osebe, Luou, Mahía, Padrón y Noia (figura 1.8) fueron los lugares de origen más frecuentes (Armas, 2003).

Área de Santiago      Figura 1.8. Fuente: Barreiro et al. (2004)

Perímetro de la segunda muralla de la ciudad [Alsina, 1998]      Figura 1.9. Fuente: Barreiro et al. (2003)

Entre los años 1000 y 1300 se construyó la catedral románica, así como un gran número de iglesias. El nuevo espacio intramuros se llenó con una distribución de calles y viviendas, mientras que se desarrollaron asentamientos extramuros en torno a los conventos mendicantes. Este desarrollo urbano se llevó a cabo mediante la conexión entre la Catedral y los núcleos de los alrededores, como Lovio, Pinario, Campo, Vilar, vico Francorum y vico Novo, que dieron lugar a las principales calles. La localización en el valle del río Sar, sobre una colina de 280 metros de altitud, condicionaría la morfología urbana, expandiéndose en dirección norte/sur. Durante la Edad Media, la muralla no era una barrera rígida entre lo urbano y lo rural, ya que este último también estaba presente en las zonas internas.

La configuración de calles y plazas no fue un proceso espontáneo sino que respondió principalmente a normas establecidas por las autoridades públicas y privadas, que regulaban el tamaño del solar, la sección de la calle y su distribución, la altura de la vivienda, su localización y las actividades desarrolladas. La urbanización de tierras sin ocupar fue resultado de un plan cuidadosamente trazado y ejecutado. Existe un documento oficial del año 1145 que muestra la venta de un terreno en Rúa Nova, propiedad de el Archideacono Aris Muniz. Había sido obtenido del Arzobispo Diego Gelmírez durante una gran planificación para la distribución de los solares destinados a la construcción de

of a second and definitive fortified enclosure and allowed the settlement of an active bourgeoisie conducting handicraft and business activities. The so-called *privilegio de Ordoño II*, defined in year 915 the area comprised in a radius of 3 miles around the Church of Compostela as “*suburbio de Compostela*”. Any person who was able to remain within its limits during 40 days without being claimed as a servant would obtain the right to live in Compostela as a free man. This was the starting point of a migratory movement from the country to the city undertaken by inhabitants of the rural habitant seeking for better life conditions. Bama, Arca, Ferreiros, Sigüeiro, Beseño, Loureda, Melide, Aríns, Calo, Osebe, Luou, Mahía, Padrón and Noia (figure 1.8) were the most frequent places of origin (Armas, 2003).

Area of Santiago

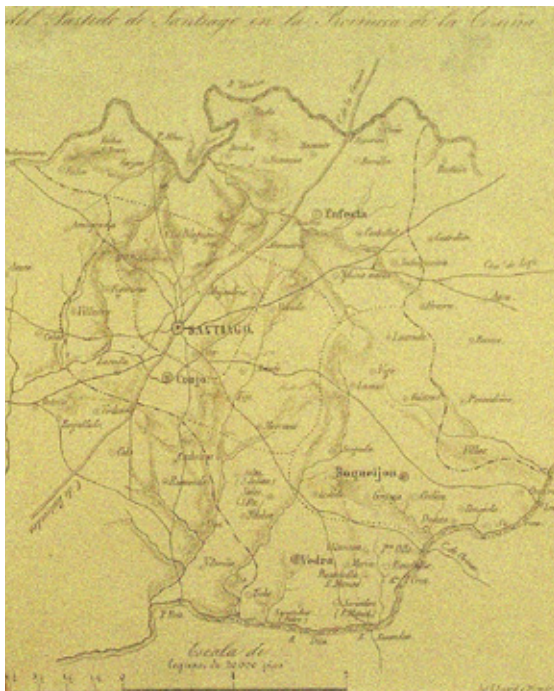


Figure 1.8. Source: Barreiro et al. (2004)

Second city wall [Alsina, 1998]



Figure 1.9. Source: Barreiro et al. (2003)

From year 1000 to year 1300, the Romanic Cathedral was built, as well as many churches. The new space within the city walls is filled with a layout of streets and houses, while outside settlements were developed around the mendicant convents. This urban development was made through the connection between the Cathedral with the surrounding settlements, such as Lovio, Pinarío, Campo, Vilar, *vico Francorum* and *vico Novo*, which would result into the main streets. The location in the valley of the river Sar, over a hill of 280m altitude would condition urban morphology, extended in North/South direction. In the Middle Ages, city walls were not a rigid boundary between rural and urban, being the country was present in the internal areas.

Configuration of streets and squares was not an spontaneous process but it responded mainly to rules stated by public and private authorities, concerning plot size, street width and layout, house height and location and organization of activities. Urbanization of unoccupied land was the result of a carefully planned and executed program. There is an official document of year 1145 showing the sale of a terrain in Rúa Nova, owned by the Archdeacon Arias Muniz. It had been obtained from the Archbishop Diego Gelmírez in the context of a big projects of distribution of plots to construction of new houses,

nuevas viviendas, con dimensiones previamente estipuladas. Como puede observarse en la figura 1.9, el planeamiento del viario se conformó siguiendo tres líneas principales:

- el eje desde la Puerta del Camino de Santiago hacia la fachada Norte de la Catedral y Puerta de la Trinidad, en el que se encontraban las vías más grandes e importantes.
- el eje desde Rúa das Fagueiras y Rúa do Vilar hacia la fachada Sur de la Catedral. Paralela a esta aparecen las calles Rúa Nova, Rúa do Franco, Rúa da Raíña y Rúa de Valladares.
- y el eje desde la puerta de Mazarelos hacia la Plaza de Campo, actualmente plaza de Cervantes.

Las parcelas medievales en Compostela, de dimensiones en torno a 4m de ancho por 8m de profundidad, todavía pueden encontrarse en algunas calles, aunque pocas persisten en la actualidad debido a la intensa transformación sufrida en la Edad Moderna. Muchas de estas viviendas no ocupaban toda la parcela y tenían un patio trasero para autoabastecimiento de frutas y hortalizas e incluso pequeños establos. Las propiedades se encontraban principalmente en manos de las instituciones religiosas, las cuales alquilaban las viviendas a los vecinos de la zona. Como resultado de la gran demanda por la propiedad y alquiler, el nivel de fragmentación de la propiedad era elevado. No sólo se dividieron parcelas en las más habituales medias o cuartas partes, sino que se daban casos de divisiones en sextas, octavas y décimas partes. El status social descendía al aumentar la distancia con respecto a la Catedral. La especialización socio-económica adquirida por el espacio urbano puede simplificarse en tres grandes áreas:

- *Camiño-Campo-Moeda y Algaras*, el área de la élite de la burguesía, mercaderes, comerciantes y notarios, así como algunos miembros de la hidalguía urbana.
- el sector de *Mazarelos-Ferreiros-Ciquelo-Preguntoiro*, que es el área donde residen los artesanos.
- y *Nova-Vilar-Canónica-Fonte de Franco*, que estaba habitada por clérigos, notarios, miembros de la hidalguía y artesanos de mayor rango.

Hacia comienzos del siglo XIII, los nobles de los territorios colindantes trataron de parar el fenómeno migratorio, finalizado en el año 1261 por Alfonso X. Al final de este siglo, la ciudad había alcanzado su completo desarrollo urbano y demográfico de la Edad Media. De acuerdo con los datos recogidos sobre el descenso en alquileres urbanos, la peste negra debió del alcanzar Santiago en el siglo XIV, proveniente de los puertos de Baiona y Pontevedra.

## - La Edad Moderna

Santiago fue el principal asentamiento urbano en Galicia desde el siglo XVI al XVIII, con un 20% de la población de la región (Saavedra, 2003). El escenario urbano cambió profundamente desde el Medievo (calles estrechas y sin pavimentar, viviendas de madera con voladizos y falta de espacios públicos) hasta el Barroco (desde 1650 hasta 1750 tiene lugar una profunda renovación de las edificaciones existentes y la construcción de grandes viviendas para la élite nobiliaria). La construcción del Hospital Real, el Colegio de Fonseca, el nuevo claustro de la Catedral en el siglo XVI y el desarrollo de la escenografía barroca renovaron el urbanismo y expandieron el uso de la piedra. El contraste entre edificios religiosos y las viviendas de la nobleza y las pequeñas y humildes viviendas localizadas en las embarradas calles por otro lado, forzaron la intervención del ayuntamiento y del arquitecto municipal Ferro Caaveiro. Motivado por las Ordenanzas de Policía en 1780, las nuevas construcciones fueron inspeccionadas por el gobierno local y se regularon diversos aspectos, como la altura, el tamaño, las alineaciones y las dimensiones de aperturas (figura 1.10). Se demolieron los voladizos, se eliminaron los elementos en ruinas, se pavimentó el viario y se instaló alcantarillado subterráneo. Aunque los datos del censo no son muy exactos, se sabe que durante los dos primeros tercios del siglo XVI hubo un gran crecimiento. Entre 1591 y 1631, la población gallega aumento entre un 20-25% y Santiago se convirtió en la ciudad más popular de Galicia (superando a la ciudad de Pontevedra). Desde finales del siglo XVI hasta el año 1800, la población de Santiago se multiplicó por 2,25,

with stipulated plot dimensions. As seen in figure 1.9, street layout was conformed following three main lines:

- the axis from the *Puerta del Camino* towards the North facade of the Cathedral and *Puerta de la Trinidad*, which were the biggest and more important streets.
- the axis from *Rúa das Fagueiras* and *Rúa do Vilar* towards the South facade of the Cathedral. Parallel to this, the streets *Rúa Nova*, *Rúa Fonte do Franco*, *Rúa da Raiña* and *Rúa Valladares* were created.
- the axis from *Puerta de Mazarelas* towards the *Plaza do Campo*, currently *Praza de Cervantes*.

Medieval plots in Compostela, of around 4m width and 8m depth, can still be found in some streets, although few are left, due to the intense transformations occurred in the Modern Ages. Many of these houses did not occupy all the surface of the plot, but they had a backyard for fruit and vegetables production, and even small stables. Property was mainly held by religious institutions, which rented the dwellings to the regular neighbours. As a result of the high demand for ownership and rent, the level of fragmentation of plots was high: not only halves or quarters, but sixths, eighths and tenths parts of many houses were purchased. Social status descended with the distance from the Cathedral and urban space acquired certain socio-economic specialization, that can be simplified in three main areas:

- *Camiño-Campo-Moeda* and *Algaras*, where the population was composed by merchants, solicitors, members of the bourgeoisie and some members of the nobility.
- *Mazarelos-Ferreiros-Ciquelo-Preguntoiro*, which was the area of the craftsmen.
- *Nova-Vilar-Canónica-Fonte do Franco*, inhabited by clergymen, solicitors, the nobility and craftsmen of high rank.

Towards the beginning of the 13<sup>th</sup> century, the nobleman of the surrounding territories tried to stop the migratory process towards the city, and it was eventually ended up by Alfonso X in 1261. At the end of this century, the city had achieved its full urban and demographic development in the Middle Ages. The Black Plague coming from the ports of Baiona and Pontevedra must have reached Santiago in the mid 14<sup>th</sup> century, according to records of the decrease in urban rent.

## - The Modern Ages

Santiago was the main urban settlement in Galicia from 16<sup>th</sup> to 18<sup>th</sup> century, with 20% of the population in the region (Saavedra, 2003). The urban scenario changed deeply, from Medievalism (narrow unpaved streets, dark wooden houses with overhangs and lack of public places) to Barroquism (from 1650 to 1750 there was a deep renovation of the existing buildings and the construction of big houses for the nobility elite). The construction of the *Hospital Real*, the *colegio de Fonseca*, the new cloister of the Cathedral in 16<sup>th</sup> century and the development of the scenographic architecture in the Barroco renovated the urbanism, and extended the use of stone. The contrast between religious buildings and nobility dwellings, in one hand, and the small and humble houses located in muddy streets, on the other, forced the intervention of the Council and its architect Ferro Caaveiro. From 1775 (*Ordenanzas de policía* in 1780) new constructions were inspected by members of the local government and regulated (specific height, size, alignment and opening standardization -figure 1.10-), the overhangs were demolished, houses or arcades in ruin were removed, streets were paved and subterranean plumbing was installed. Although population data is very inexact, it is known that during the first two thirds of 16<sup>th</sup> century there was a big increase. Between 1591 and 1631, Galician population increased 20-25% and Santiago became the most populated Galician city (more than Pontevedra). From the end of 16<sup>th</sup> century to year 1800 the population in Santiago was augmented in 2,25 times, increasing from 8000 to 18000 inhabitants, mainly due to immigration.



pasando de 8000 a 18000 habitantes, debido principalmente a la inmigración.

Tablas 1.4 a 1.7 (de arriba izquierda a abajo derecha). Población en Santiago. Fuente: Barreiro et al. (2003)

## - Siglos XIX y XX

A finales del siglo XVIII, Santiago no era únicamente la capital religiosa y universitaria de Galicia, sino también la capital de la nobleza. Era la primera de las siete ciudades de la Junta del Reino y la primera en población y poder económico y social (Barreiro y Villares, 2003). El liberalismo terminó con esta situación. En un largo proceso que comenzó en 1808 y finalizó en 1875, el ataque al poder económico clerical junto con la configuración en provincias y la designación de A Coruña como capital, provocó el bloqueo económico y social de la ciudad. El ayuntamiento ganó poder y luchó por el desarrollo centrado en el peregrinaje y la Universidad. La actividad industrial prácticamente desapareció, aunque hubo algunos éxitos como la apertura de una vía de ferrocarril hacia Ría de Arousa, el puerto de Carril. En la segunda mitad del siglo XIX Santiago fue superada en términos demográficos y económicos por otras ciudades gallegas, primero A Coruña y después Vigo. La población se mantuvo estable hasta las primeras décadas del siglo XX. En 1925, el ayuntamiento de Conxo fue anexionado, añadiendo 7500 habitantes. Desde 1930 a 1940 la población compostelana creció en torno a 11000. Hasta la adición del asentamiento de Conxo, las dimensiones territoriales reflejaban fielmente la distribución medieval, un centro denso rodeado por vecindarios en constante actividad. En esta época se produjo una progresiva ruralización de la ciudad y un incremento del tamaño de la familia.

El proceso de transformación de los centros históricos y otras tendencias urbanísticas contemporáneas que se desarrollaron en las ciudades europeas a lo largo del siglo XIX apenas tuvieron repercusión en Santiago, debido al bajo aumento demográfico y a su reducido sector industrial. Los cambios que desembocarían en la creación de los ensanches se realizaron considerablemente después que en las ciudades vecinas, especialmente Ferrol, A Coruña y Vigo. Santiago se mantuvo centrada en la renovación de la antigua trama urbana, adaptándose a las necesidades de la ciudad moderna sin perder su condición de ciudad histórica y monumental. Los retrasos en la construcción del ensanche provocaron un uso muy intenso del espacio urbano. Se llevó a cabo la eliminación de los soportales, la alineación de algunas calles y plazas y mejoras en los pavimentos con losas de granito y adoquines que substituyeron a la vegetación previa. Sin embargo, no se llevaron a cabo otras propuestas, como la apertura de nuevas calles y plazas, que suponían la demolición de ciertas manzanas. El incremento de la altura de los edificios, con la construcción de galerías en el nivel superior fue una práctica muy común. En 1930, más de un tercio de las viviendas tenían tres niveles y menos de un sexto tenía únicamente una planta. El proceso de urbanización avanzó progresivamente. Se realizaron mejoras como el alumbrado público, el abastecimiento de agua o trabajos en el alcantarillado.

Tables 1.4 to 1.7 (from the top left to the bottom right). Population in Santiago. Source: Barreiro et al. (2003)

Años	Población censal	Población extrapolada
1532	475	704
1561	1.277	1.892
1582	1.211	1.795
1588	1.042	1.544
1591	1.230	1.230
1607	1.107	1.107
1635	1.049	1.490

1708	11.690 h.
1787	15.582 h.
1827	28.043 h.
1850	22.749 h.
1857	23.773 h.
1887	24.000 h.
1910	24.300 h.

Año	Municipio	⊙ %	Urbana
1900	35.710		26.612
1910	36.463	2.1	27.388
1920	37.786	3.6	28.548
1930	43.093	14.0	32.771
1940	55.066	27.8	42.904
1950	61.852	12.3	47.740
1960	62.076	0.3	50.249
1970	70.893	14.2	59.912

Año	Población	⊙ %
1970	70.893	14,2
1975	75.399	6,3
1985	86.250	14,4
1996	93.672	8,6
2000	93.903	0,2

## - 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries

At the end of 18<sup>th</sup> century, Santiago was not only the religious and university capital of Galicia but also the capital of the nobility. It was the first of the seven cities of the *Junta del Reino* and the first one in population and economical and social power, (Barreiro and Villares, 2003). Liberalism put an end to this. In a long process from 1808 to 1875, the aggression to the economic power of the clergy and together with the creation of the provinces and the designation of A Coruña as the capital resulted in the economic and social blockage of the city. The Council regained power and fought for the development focused on the pilgrimage and the university. Industrial activity almost disappeared, although there were some successes such as the opening of a railway line towards the *Ría de Arousa*, the port of Carril. In the second half of 19<sup>th</sup> century, Santiago was surpassed in terms of demography and economy by other Galician cities, first A Coruña and then Vigo. Population remained stable until the first decades of the 20<sup>th</sup> century. In 1925, the council of Conxo was joined, adding 7500 inhabitants. From 1930 to 1940, the Compostelan population grew in around 11000 inhabitants. Until the embodiment of the neighbouring settlement Conxo, territorial dimension faithfully reflected the medieval layout (dense centre and active surrounding neighbourhoods). There was a progressive 'ruralisation' of the city and an increment of family size during this period.

The process of transformation of historic centres occurring in many European cities along the 19<sup>th</sup> century and other general trends of contemporary urbanism were slightly undertaken in Santiago, due to the low demographic trend and the small industrial sector. The changes that eventually led to the creation of the *ensanches* or urban expansions were carried out considerably later than in the neighbouring cities, especially Ferrol, A Coruña and Vigo. Santiago remained focused on the renovation of the old urban layout, adapting to the needs of the modern city without losing its condition of historic and monumental town. The delay in the construction of the *ensanche* provoked the intense use of the urban space. Suppression of arcades, alignment of some streets and squares and improvements on the pavement (with granite or cobblestones, suppressing vegetation) were done, while proposals of opening new streets and squares (by suppressing certain blocks) were not carried out. Increment in building height, with the construction of *galerías* in the upper levels, was a common practice. In 1930 more than one third of the buildings had three floors and less than one sixth had only one floor. Urbanisation process was gradually developed. Measures such as public lighting, water supply and sewer improvement were undertaken.

A partir del año 1830, se produjo la demolición de los muros y puertas de la ciudad, a excepción de la antigua Puerta de Mazarelos (Pereiro, 2011). Se construyó el Teatro Principal en la Rúa Nova y se trasladó el mercado de las calles a la plaza de Abastos, que fue finalizado en 1873. La arquitectura residencial fue reconstruida, reformada y completada durante el siglo XIX en estilo ecléctico. Los arquitectos municipales y maestros de obra desempeñaron un papel clave en la transformación de la ciudad, especialmente después de 1840 (Manuel Prado y Vallo, Manuel Otero y López, Antonio Bermejo Arteaga, Faustino Dominguez Coumes-Gay, Manuel Pereiro Caeiro, Manuel García Vaamonde y Manuel Hernández y Álvarez-Reyero). Desde 1870, el ascenso de la nueva burguesía, vinculado al comercio y la banca, y la llegada de una generación de arquitectos educados en escuelas de arquitectura, más próximos a la nueva burguesía cosmopolita, propiciaron el cambio. La actividad arquitectónica, previamente dependiente de la iglesia, recayó paulatinamente en la clase media. Se incorporaron nuevos recursos formales que afectaron profundamente a la imagen de la ciudad. La figura 1.11 muestra las edificaciones de la manzana limitada por la *Rúa do Vilar* y la *Rúa Nova*, construidas o rehabilitadas por Manuel Pereiro Caeiro.

#### Rehabilitación de la casa *Rúa do Vilar s/n* (1801)

Figura 1.10. Fuente: Barreiro et al. (2003)

#### Obras de Manuel Pereiro Caeiro

Figura 1.11. Fuente: José Luis Pereiro (2011)

Las actividades industriales que mostraron cierto desarrollo en el primer tercio del siglo XX fueron las vinculadas al transporte (compañías como Castromil, Celta o Automóviles Santiagueses) y el sector servicios (cafés generalmente instalados por empresarios suizos como Mengotti o Pedrussio, hostales y pensiones y la construcción del Hotel Compostela). El ayuntamiento, comprometido con la construcción de grandes edificios públicos, liderada por Montero Ríos, dejó el problema del ensanche a un lado. El primer proyecto, que se había diseñado en el año 1898, fue retomado en 1928. Sin embargo, el ensanche no fue aprobado hasta 1934. Este tercer proyecto, que incluía calles de 14-18m de ancho y alto, soportales en las calles principales y un gran mercado en la plaza, fue finalmente paralizado por la Guerra Civil. En consecuencia, el emplazamiento señalado se fue ocupando con anterioridad al planeamiento urbanístico. Las principales tramas urbanas fueron modificadas y aplicadas tras la



From year 1830 city walls and doors were demolished, only remaining the old *Puerta de Mazarelos* (Pereiro, 2011). The theater *Teatro Principal* was built in the *Rúa Nova* and the market was removed from the streets and placed in the *Plaza de Abastos*, being finished in 1873. Residential architecture was re-built, reformed and completed during the 19<sup>th</sup> century, in eclectic style. Municipal architects and master builders had a capital role in the transformation of the city, especially after 1840 (Manuel Prado y Vallo, Manuel Otero y López, Antonio Bermejo Arteaga, Faustino Domínguez Coumes-Gay, Manuel Pereiro Caeiro, Manuel García Vaamonde and Manuel Hernández y Álvarez-Reyero). From 1870, the emergence of a new bourgeoisie (linked to commerce and banking) and the advent of a generation of architects educated in architecture schools (who are closer to the new cosmopolitan bourgeoisie), propitiated a change. Gradually, architectural activity, previously dependent on the Church, laid on the new middle classes. New formal resources were incorporated, deeply affecting the image of the city. Figure 1.11 shows the buildings in the block limited by *Rúa do Vilar* and *Rúa Nova* that were built or refurbished by Manuel Pereiro Caeiro.

Refurbishment house *Rúa do Vilar* s/n (1801)

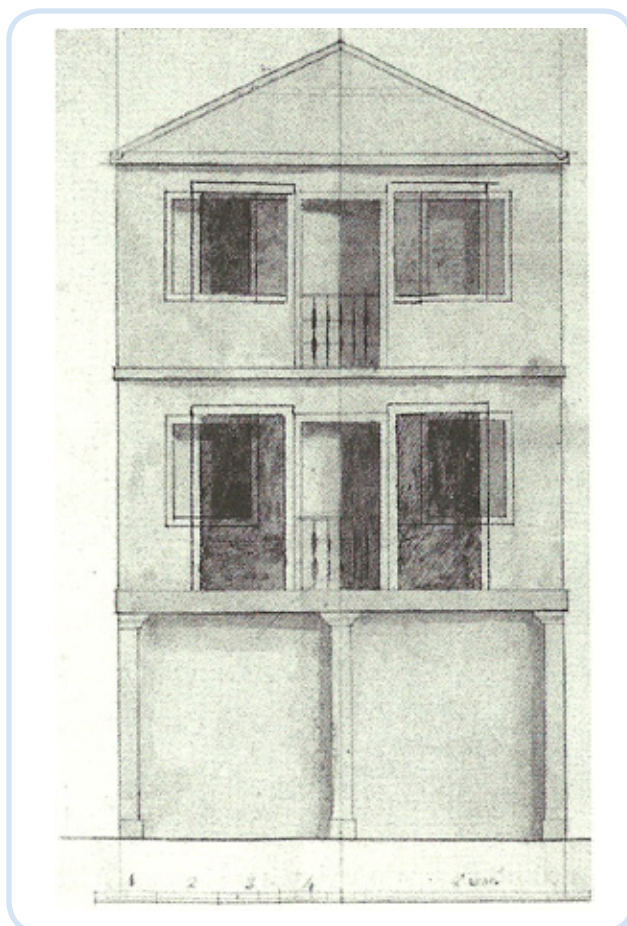


Figure 1.10. Source: Barreiro et al. (2003)

Works of Manuel Pereiro Caeiro

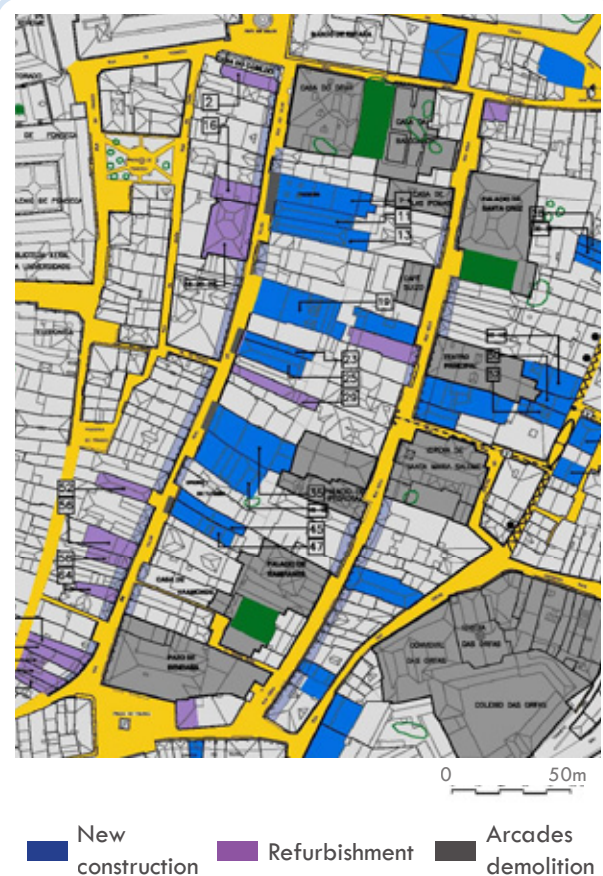


Figure 1.11. Source: José Luis Pereiro (2011)

Industrial activities showing certain development in the first third of 20<sup>th</sup> century were those linked to transport (companies as Castromil, Celta or Automóviles Santiagueses) and the service sector (café, generally opened by swiss businessmen as Mengotti or Pedrussio, many guest houses and the construction of the Hotel Compostela). The Council, engaged in the construction of big public buildings, led by Montero Ríos, left the 'problem of the *ensanche*' aside. The first project, which had been designed in 1898, was resumed in 1928. However, the *ensanche* was not approved until 1934. This third project, which included streets of 14-18m width and height, arcades in the main streets and a big market place, was eventually stopped by the Civil War. Consequently, the location appointed was gradually occupied previous to the urban planning. The main urban guidelines were modified and applied after

guerra. Hacia 1950, estas zonas estaban prácticamente sin ocupar, aunque la “Ciudad-Jardín” de la Rosaleda y las viviendas conocidas como “casas baratas” estaban ya construidas. La colmatación de esta zona no se producirá hasta el último cuarto del siglo XX.

Durante los dos últimos tercios del siglo XX, la ciudad experimentó una fuerte recesión, provocada por la postguerra que vivía el país (Beramendi, 2003). Se produjo una reruralización de la sociedad seguida por una lenta recuperación desde 1950 a 1970 que desembocó un desarrollo acelerado en las últimas cuatro décadas. El sector primario sufrió un fuerte decrecimiento, manteniéndose la interconexión ciudad-campo como una de las señas de identidad del paisaje urbano. El sector secundario experimentó un cierto desarrollo (desde autónomos y comerciantes hasta grandes compañías como FINSA y Televés) y el sector terciario predomina (principalmente en cuanto a educación y salud).

Esta última fase significa la superación del relativo estancamiento que había comenzado a finales del Antiguo Régimen. Los cambios políticos que comenzaron en 1973 trajeron a Galicia no solo la democracia sino también autonomía. El hecho de que Santiago haya sido nombrada capital de la Comunidad Autónoma de Galicia en 1982 y se haya convertido en el centro de la vida política gallega explica la extraordinaria modernización experimentada, junto con el desarrollo de la universidad y del turismo. A pesar de la nueva posición de la ciudad, la existencia de al menos siete núcleos urbanos, sin ser Santiago una de los dos mayores, favoreció una fuerte descentralización. La tendencia de población en los años 70 fue similar a la de los años 60, mientras que desde 1985 a 1995 se produjo un decrecimiento. Esto se debe principalmente al desarrollo de los municipios contiguos, especialmente Ames y Teo (figura 1.12), donde los precios de las viviendas son sensiblemente más bajos. Santiago se convirtió en una pequeña área metropolitana incluyendo más habitantes que los reflejados por el censo (en torno a 120000 y 130000 personas, más 20000 estudiantes universitarios). Como consecuencia de esto, el transporte local aumentó notablemente, afectando negativamente al consumo energético y a la calidad de los espacios urbanos. La evolución de la población de Santiago a lo largo de su historia se puede analizar en las tablas 1.4 a 1.7.

#### Densidad de población en la región de Santiago

Figura 1.12. Fuente: IGE (2012)

the War. Towards 1950, there were still mainly unoccupied, although the ‘Garden-City’ La Rosaleda and dwellings named ‘*casas baratas*’ were already built. The full occupation of this area was not done until the last quarter of the 20<sup>th</sup> century.

During the last two thirds of 20<sup>th</sup> century, the city experimented a strong recces provoked by the postwar that the country was going through. There was a ‘re-ruralisation’ of the society followed by a slow recovering from 1950 to 1970, which ended in an accelerated development in the last four decades. The primary sector suffered a strong decrease, although the interconnection city-country remained as one of the identity signs of the urban landscape. The secondary sector developed (from freelancers and traders towards big companies as FINSA and Televisión) and the tertiary sector remained predominant (mainly education and health).

This last phase means the beating of the relative stagnation that had started at the end of the Ancien Regime. The changes in politics started in year 1973 brought to Galicia not only democracy, but autonomy. Being named capital of the *Comunidad Autónoma de Galicia* in 1982, and the centre of Galician political life during democracy, explain the extraordinary modernization experimented, together with the development of the University and the tourism. In spite of the new central position of the city, the fact that there are at least seven urban locations, Santiago not being any of the two biggest has favoured a strong decentralisation. Population trend in the seventies was similar to that of the sixties, while from 1985 to 1995 it suffered a decrease. This is mainly due to the development of the adjacent municipalities, especially Ames and Teo (figure 1.12), where dwelling prices are significantly lower. Santiago became a small metropolitan area including more inhabitants than those registered in the census (around 120000 and 130000 people plus 20000 university students). As a result, local transport has intensely increased, negatively affecting energy consumption and quality of the urban environment. The evolution of the population in Santiago along its history can be examined in tables 1.4 to 1.7.

#### Density of population in the region of Santiago

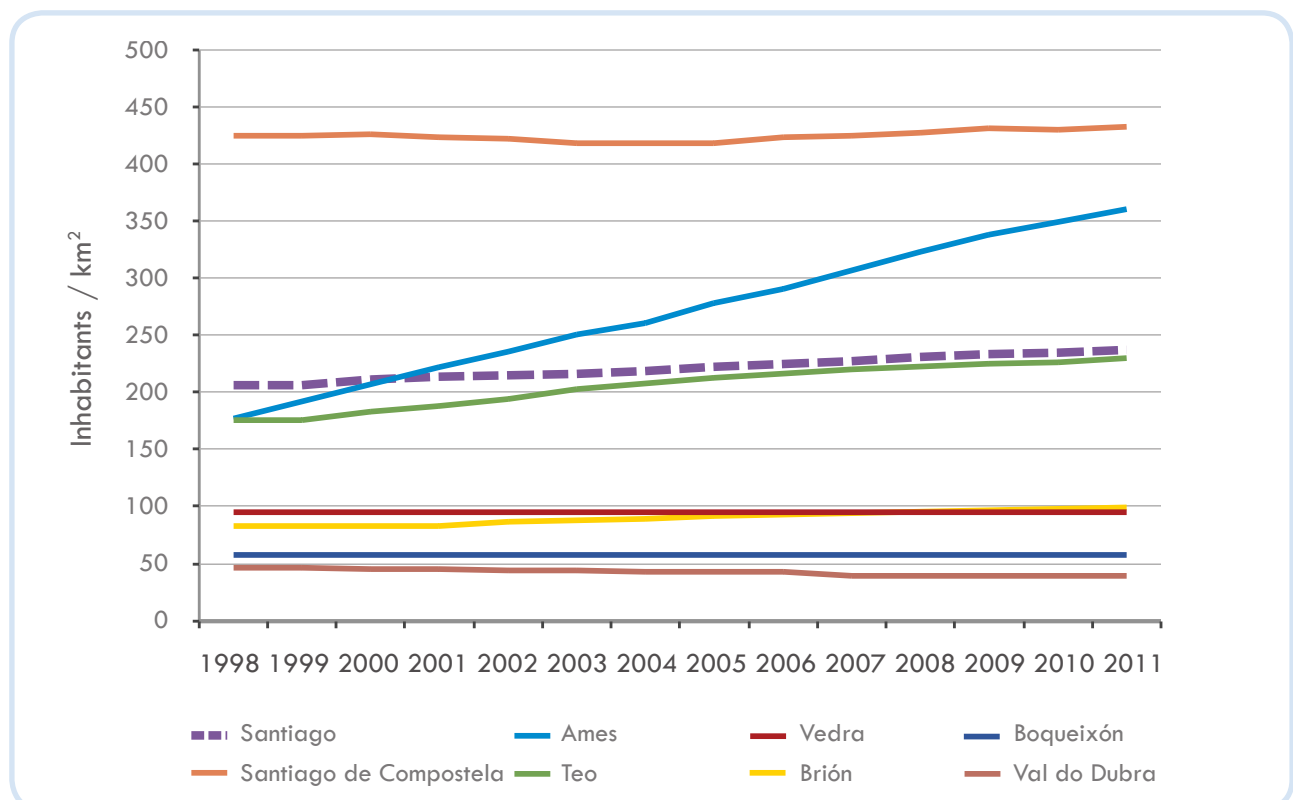


Figure 1.12. Source: Galician Statistics Institute, IGE (2012)

## - Rehabilitación

Existe una intensa actividad rehabilitadora en Compostela, apoyada económicamente por el gobierno local, a través el Instituto Gallego de Viviendas y Suelo (figura 1.13). El Consorcio de la Ciudad de Santiago ha trabajado en la modernización de las viviendas en el casco antiguo a través del programa de Recuperación Urbana, iniciado en el año 1992. En 2006, asumió el apoyo técnico y económico de las intervenciones en edificios comerciales y de vivienda. Algunos de sus principales objetivos son el mantenimiento del parque de edificios residenciales, el desarrollo de programas de renovación urbana y la formación de los usuarios en materias de rehabilitación.

“Las ciudades históricas han demostrado durante largo tiempo tener una gran capacidad de alojamiento. Esa es la razón real por la que han sobrevivido hasta nuestros días. También es por esto por lo que deben ser consideradas modelos [...], en lugar de estructuras en decadencia. [...] Este modelo requiere nuestro compromiso para generar un patrimonio para el futuro [...]. Esto significa que debemos ignorar las limitaciones de la planificación urbana en lo que concierne a lo que debería o no incluirse en la definición “ciudad histórica” o “ciudad patrimonio de la humanidad”. Este es el objetivo del Consorcio de Santiago. [...] Tenemos que tener en cuenta el hecho de que las ciudades, aunque se encuentran bajo la gestión de las autoridades municipales, dependen de la cooperación con otras administraciones. Esta colaboración es muy importante ya que hay cuestiones que exceden las competencias de las decisiones municipales. Por este motivo, el plan director de la ciudad previó la creación del Consorcio de la ciudad de Santiago. 60% del Consorcio pertenece al Gobierno de España, 35% al Gobierno de Galicia y 5% al Gobierno de Santiago, y está presidido por el alcalde de la ciudad. Sirve como herramienta financiera e instrumento para la cooperación y coordinación así como soporte técnico y políticas de seguimiento.” (Panero, Klobenz May 2011)

### Condiciones de los edificios en la ciudad histórica

#### Tipos de familias en la ciudad histórica

Figuras 1.14 (izquierda) y 1.15 (derecha). Fuente: Consorcio de Santiago (2008)

La agenda de “Ter é Manter” fue concebida para apoyar la iniciativa de los propietarios para mejorar la envolvente del edificio y las zonas de servicios. Las ayudas destinadas a la mejora de las carpinterías y de los sistemas de ventanas han contribuido a elevar la resistencia térmica y la estanqueidad de las viviendas y a mejorar la estética de las fachadas. El Plan de Edificios Tutelados (PET) ha promovido la reutilización de la zona vieja mediante la renovación de edificios vacíos. Los efectos de estas actividades se han manifestado con rapidez: en 1989, solamente 50,83% de los edificios residenciales de la zona vieja (2704) estaban en malas condiciones; mientras que en 2008 el porcentaje de casas en buen estado había ascendido a 83.35% (figura 1.14). Sin embargo, el trabajo desarrollado no ha logrado invertir la tendencia demográfica, como se ha visto anteriormente.

### Ayudas proporcionadas a los residentes de la ciudad histórica entre marzo de 2006 y marzo de 2010

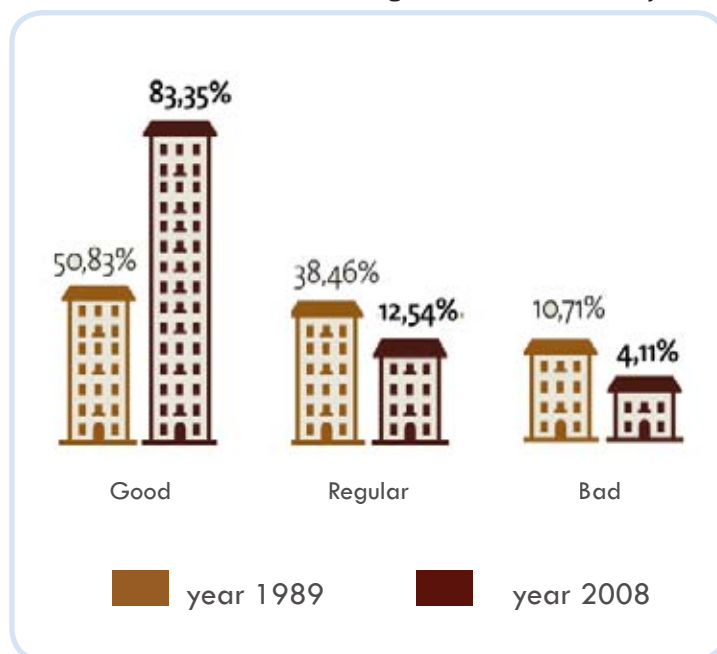
Figura 1.13. Fuente: Consorcio de Santiago (2012)

## - Retrofitting activity

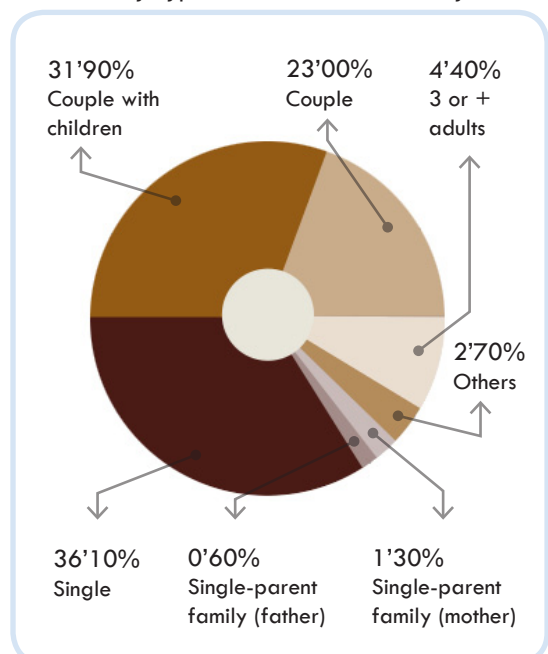
There is an intense retrofitting activity in Compostela, supported by the regional government, through the *Instituto Galego de Vivenda e Solo* (figure 1.13). The *Consorcio de la Ciudad de Santiago* has been updating the housing stock in the old town through the program *Recuperación Urbana* since 1992. In 2006, it assumed the technical and economic support of the interventions in residential and commercial buildings. Some of its main targets are the maintenance of the housing stock, the development of urban renovation programmes and the occupants' education in retrofitting.

“Historic cities have proved to be efficient in accommodating urban life during a long time. That is the actual reason for their survival till our days. That is also why they must be considered as a model [...], instead of decaying urban structures. [...] This model requires our commitment to generate heritage for the future [...]. This means that we have to ignore limitations in urban planning in terms of what should or should not be included in the definition of “historic centre” or “world heritage city”. This is the objective of the Santiago Consortium. [...] We have to take into consideration the fact that cities, although they are under the management of municipal authorities, depend on the cooperation of other administrations. This collaboration is very important as there are questions that go beyond the competency of municipal decision-making. For this reason, the master plan of the city foresaw the creation of the Consortium of the City of Santiago. 60% of the Consortium is owned by the Spanish Government, 35% by the Galician Government and 5% by the Municipal Government, but it is headed by the mayor of the city. It serves as a financial tool and an instrument for cooperation and coordination as well as for technical support of follow-up policies.” (Panero, Klobenz May 2011)

Conditions of the buildings in the historic city



Family types in the historic city

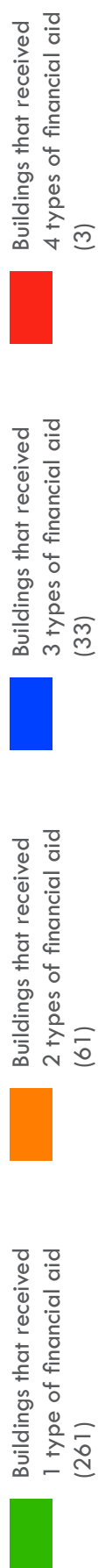


Figures 1.14 (left) and 1.15 (right). Source: Consorcio de Santiago (2008)

The agenda '*Ter é manter*' was conceived to support owner's initiative in improving building envelope and common services. The aids destined the improvement of the windows have contributed to raise the thermal resistance and the tightness of the dwellings and to ameliorate the aesthetics of the facades. The plan of *Edifícios Tutelados* (PET) has encouraged tenancy in the old town through the renovation of empty buildings. The result of this activity has been quickly perceived: in 1989, only 50.83% of the residential buildings in the old town (2704) were in good condition, while in 2008 the percentage of houses in a good state had gone up to 83.35% (figure 1.14). However, the work developed has not



## Financial aids provided to historic city residents between March 2006 and March 2010



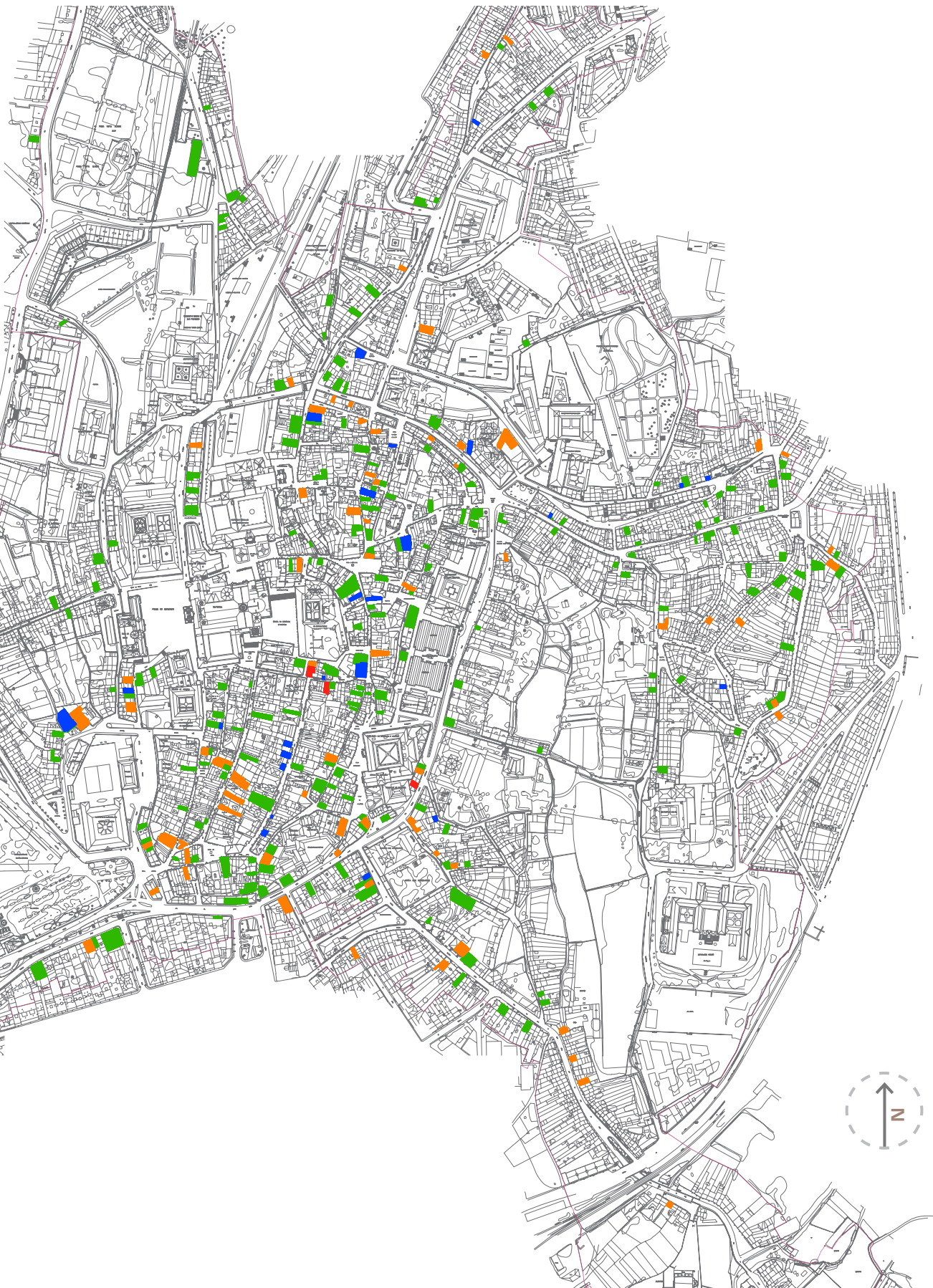


Figure 1.13. Source: Consorcio de Santiago (2012)

Hay pocas familias residentes, y éstas son de pequeño tamaño. Según un estudio realizado por el Consorcio en 2008, un 60% de las familias tienen solamente 1 o 2 miembros (figura 1.15).

Como se ha visto en las páginas anteriores, los orígenes de la forma de una ciudad son muy complejos y responden a una gran variedad de razones, las cuales evolucionan a lo largo de los siglos. El estudio de la enorme influencia que el trazado urbano tiene en el funcionamiento de las viviendas y el conocimiento de cómo la forma urbana responde al clima local pueden resultar de utilidad para la mejora de partes existentes de la ciudad. La densidad, el viario, los espacios públicos y la disposición de edificios y manzanas tienen un impacto crucial en la capacidad de las edificaciones de relacionarse con su contexto inmediato. Las próximas páginas tratarán esta cuestión a través del análisis del clima y de la configuración urbana de la ciudad. Las conexiones entre ambas permitirán definir el potencial medioambiental de las viviendas e identificar los aspectos de mejora.



managed to reverse the demographic trend, as it has been seen previously. There are few resident families and they are of small size. According a study carried out by the Consorcio in 2008, 60% of the families have only one or two members (figure 1.15).

As it has been commented in previous pages, the origins of the form of a city are very complex and respond to a wide range of reasons, which evolve along the centuries. The study of the huge influence that urban layout has on the performance of buildings and the assessment of how urban form responds to local climatic conditions can be useful for the improvement of existing parts of the city. Since density, street layout, open spaces and block and building shape have a crucial impact on the capacity of the buildings to relate to their environment. The following pages will address this question through the analysis of the climate and the urban layout of the town. The connections between them will settle the environmental potential of the dwellings and identify the aspects of improvement.

## (1.4) Análisis climático

Existe una gran variedad de regiones climáticas a lo largo del territorio español, relacionadas con las grandes diferencias en el paisaje. No en vano la península excede los 500,000 metros cuadrados y está bajo la influencia de dos mares y un océano. La región de Galicia, situada en el noroeste de la península, es conocida por sus hermosos paisajes verdes y su clima húmedo y desapacible. Su capital, Santiago de Compostela, a menudo es considerada la ciudad más lluviosa de España. Cielos grises, lluvia incesante y piedra húmeda configuran la imagen típica de la ciudad.

¿Cuánta verdad hay en el conocimiento popular del clima de Santiago? La frecuencia e intensidad de las precipitaciones son altas (1 387mm/año) y tienen lugar principalmente durante el otoño y el invierno (figura 3.5). El viento es también un factor relevante, con valores medios de alrededor de 3m/s, lo que da lugar a una gran cantidad de lluvia lateral (335mm/año). El hecho de tener una estación de lluvias que puede durar alrededor de 6 meses, junto al efecto del viento, justifica la impresión popular de lluvia incesante. La sensación de humedad es también un concepto bien fundamentado, ya que el nivel de humedad relativa supera el 80% a lo largo de todo el año (figura 3.6). Esto podría explicar por qué se la considera generalmente una ciudad fría, aunque los inviernos son benignos. A pesar de que muy raramente la temperatura desciende de los 0°C, la sensación térmica podría estar intensificada por el efecto de la humedad.

Temperatura media anual

Figura 1.16. Modificado de AEMET

Temperatura del aire (°C)

Figura 1.17. Fuente: Meteonorm 6.1

Radiación global horizontal (kWh/m²d)

Figura 1.18. Fuente: Meteonorm 6.1

A pesar de las lluvias frecuentes, hay un 31% de cielos soleados en invierno y un 27% de cielos nublados, según Satel-Light (la base de datos europea de iluminación natural y radiación solar). Se ha hecho una comparación entre Santiago de Compostela y cuatro ciudades españolas representativas (Madrid, Barcelona, Bilbao y Sevilla), situadas en diferentes regiones climáticas del país (figura 3.1). Como puede observarse en la figura 3.2, Santiago es la ciudad con menor temperatura del aire, especialmente durante el verano. Las precipitaciones, sobre todo durante el otoño, son mucho más abundantes en Santiago que en las otras ciudades y la humedad relativa es superior al resto a lo largo de todo el año. Sin embargo, la radiación solar no es la más baja (figura 1.18); la radiación global anual es de 3'76 kWh/m²d, según los datos proporcionados por Meteonorm. Por tanto, la

## (1.4) Climate analysis

Spain has a wide variety of climates along its territory, which relates to the dramatic differences in landscape. In fact the peninsula exceeds 500,000 square metres and it is under the influence of two seas and one ocean. The region of Galicia, located in the Northwest of the peninsula, is well known for its beautiful green landscape and unpleasant wet climate. Its capital Santiago de Compostela is usually considered the rainiest city in Spain. Grey skies, endless rain and wet stone make up the typical picture of the city.

How much truth of the popular knowledge is there in the climate in Santiago? The frequency and rate of precipitations are high (1387mm/year), taking place mainly during autumn and winter (figure 1.19). Since wind force is also relevant, with average values around 3m/s, there is a big proportion of driving rain (355mm/year). The fact of having one rainy season that can last around 6 months, together with the effect of the wind, justifies the popular impression of endless rain. The feeling of wetness is also a well founded concept, since the rate of humidity goes beyond 80% all the year round (figure 1.21). This might explain why, even if the winters are mild (very rarely temperatures go below 0°C), it is generally considered to be a cold city, since thermal sensation might be intensified by the effect of humidity.

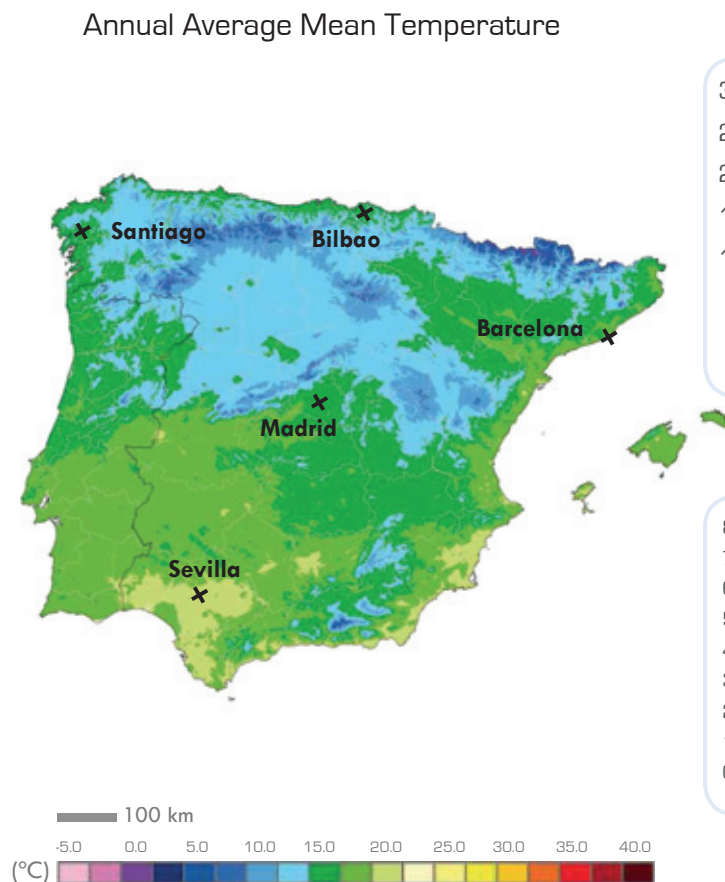
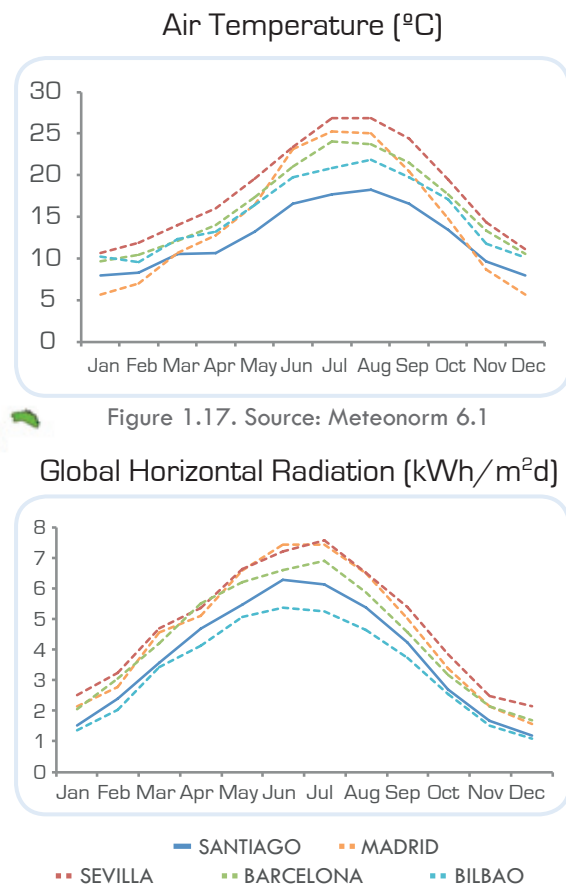


Figure 1.16. After AEMET



In spite of the frequent rain, there are 31% sunny skies in winter, with the rate of cloudy skies at 27%, according to Satel-Light (the European database of daylight and solar radiation). A comparison has been undertaken between Santiago de Compostela and four representative Spanish cities (Madrid, Barcelona, Bilbao and Sevilla), located in different climatic regions of the country (figure 1.16). As it can be observed in figure 1.17, Santiago is the city with lowest air temperatures, especially during the summer. Precipitations are considerably higher, specially during autumn, and humidity is also

lluvia y la humedad han sido identificadas como los aspectos más determinantes de este clima. Estos factores climáticos han tenido una fuerte influencia en la vivienda tradicional como se mostrará en próximos capítulos.

#### Precipitación media anual

Figura 1.19. Modificado de AEMET

#### Precipitaciones (mm)

Figura 1.20. Fuente: Meteonorm 6.1

#### Humedad relativa [%]

Figura 1.21. Fuente: Meteonorm 6.1

### - El contexto climático en Galicia y el área de Santiago

La región de Galicia se encuentra entre 42° y 44° de latitud norte y en una posición excéntrica en relación al continente. Tiene un clima oceánico: templado, húmedo y con precipitaciones abundantes. Las masas de aire del área del noroeste de Europa hacen que el clima de esta zona sea muy variable. La compleja forma del territorio afecta considerablemente estas variaciones climáticas.

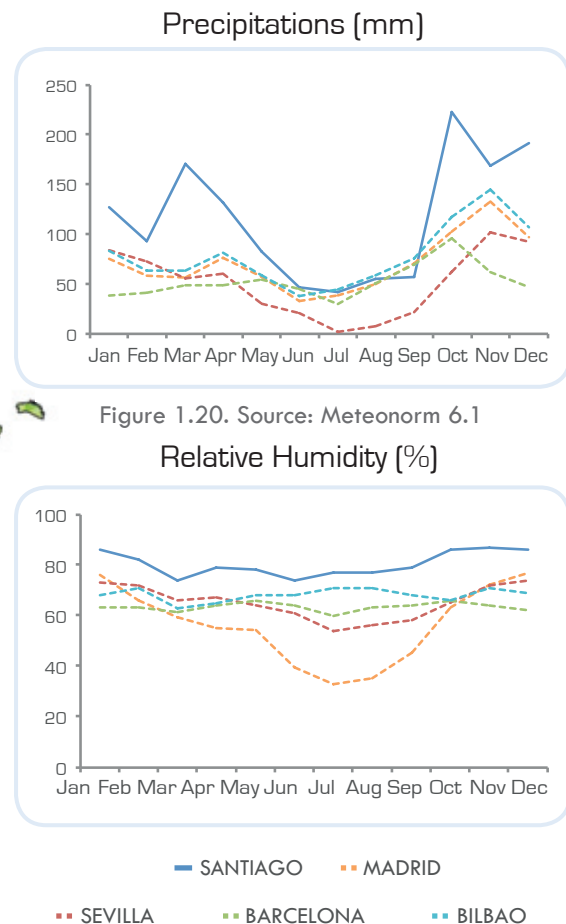
La media anual de la temperatura en Galicia es 13'3°C: 8'5°C en invierno, 15 °C en primavera, 19 °C en verano y 11 °C en Otoño (Muñuzuri et al., 2006). Así, se registra la temperatura más baja para la mayoría de la región durante el primer cuarto del año. Las provincias de A Coruña y Pontevedra tienen temperaturas medias más elevadas (1 °C y 2°C) que las provincias del Este (Lugo y Orense respectivamente). Se produce un decrecimiento de las temperaturas en el eje diagonal noroeste-sureste (figura 1.22) debido al efecto del océano y a la variación norte-sur.

La precipitación anual media es de 1180mm (mínimo de 500-600 mm en el Val del Miño y un máximo de 1800-2000 en las montañas costeras y centrales). Dentro de la precipitación anual, se registran 337 mm en invierno (28%), 280 mm en primavera (24%), 156 mm en verano (13%) y 407 mm en otoño (35%), que es la estación más lluviosa. La provincia de Pontevedra tiene mayores precipitaciones, seguidas por A Coruña, Lugo y Ourense.

remarkable. However, solar radiation is not comparatively very low (figure 1.18). The annual global horizontal radiation is 3'76 kWh/m<sup>2</sup>d, according to the database Meteonorm (version 6.1). Therefore, rain and humidity have been identified as two major issues of this climate. These climatic factors have had a strong influence on traditional housing, as will be shown in following chapters.



Figure 1.19. After AEMET



## - The climate context in Galicia and the area of Santiago

The region of Galicia is located between 42 and 44 North latitude, in an eccentric position in relation to the continent. It has an oceanic character, as it is temperate, humid and with abundant precipitations. The Northwest area of Europe is influenced by several masses of air, which make the climate highly variable. The complex shape of the territory influences its variability greatly.

The mean annual temperature in Galicia is 13'3°C: 8'5°C in winter, 15°C in spring, 19°C in summer and 11°C in autumn (Muñuzuri et al., 2006). Thus, it is during the first quarter of the year when the lowest temperatures are registered for the majority of the region. The provinces of A Coruña and Pontevedra have higher mean temperatures (1°C and 2°C) than the eastern provinces (Lugo and Ourense, respectively). A decrease of temperatures can be observed in a diagonal axis Northwest-Southeast, due to the effect of the ocean and the variation in the North-South direction (figure 1.22).

The mean annual precipitation is 1180mm (minimum of 500-600mm in the val do Miño and maximum of 1800-2000 in the coastal mountains and central mountains). From the annual precipitation, 337 mm are registered in winter (28%), 280 mm in spring (24%), 156 mm in summer (13%) and 407 mm in autumn (35%), which is the rainy season. The province of Pontevedra has higher precipitations, followed by A Coruña, Lugo and Ourense.

## Áreas climáticas en Galicia según temperatura y precipitaciones

Figura 1.22. Modificado de Martínez et al. (1999)

En la figura 1.22 se muestran siete áreas con similares patrones de temperatura a lo largo del año, calculados en función de la altitud y de la latitud (Martínez y Pérez, 1999). El Ayuntamiento de Santiago está situado en la frontera entre las áreas III y IV, que corresponden a temperaturas medias anuales de 14'7°C y 14'3°C, respectivamente. Debido a su posición, el clima en esta zona tiene características propias de las regiones costeras y del interior. La ciudad de Santiago de Compostela (42.90° de latitud, -8.43° de longitud y 367m de altitud) está situada entre dos ríos, el Sar y el Sarela, en las fronteras este y oeste, respectivamente. Respondiendo a la topografía del emplazamiento, la ciudad se extiende a lo largo del eje suroeste-noreste, que es también la dirección de los vientos dominantes en verano e invierno (figura 1.23).

### Análisis del emplazamiento (Ayuntamiento de Santiago)

Figura 1.23. Modificado de SITGA

## Climatic areas in Galicia according with temperature and precipitation

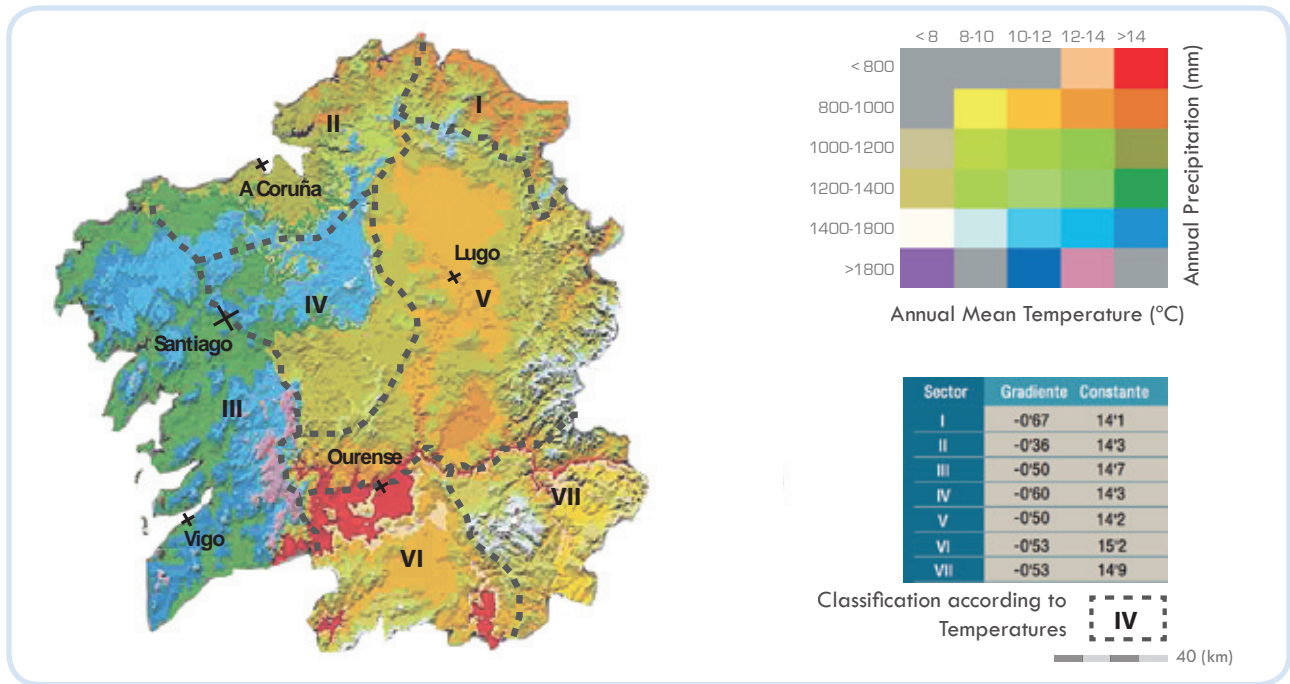


Figure 1.22. After Martínez et al. (1999)

Seven areas with similar patterns of temperatures along the year, calculated as a function of the altitude and the latitude are shown in figure 1.22 (Martínez and Pérez, 1999). The Council of Santiago is placed in the boundaries of the areas III and IV, corresponding to an annual mean temperature of 14'7°C and 14'3°C, respectively. Due to this position, the climate in this area has characteristics of both the coastal regions and the interior land. The city of Santiago de Compostela (latitude 42.90, longitude -8.43, altitude 367m) is located between two rivers, named *Sar* and *Sarela*, on the East and West borders, respectively. Responding to the topography of the site, the city spreads in a Southwest-Northeast axis, which is also the direction of the prevailing winds in winter and summer (figure 1.23).

## Site analysis [Council of Santiago]

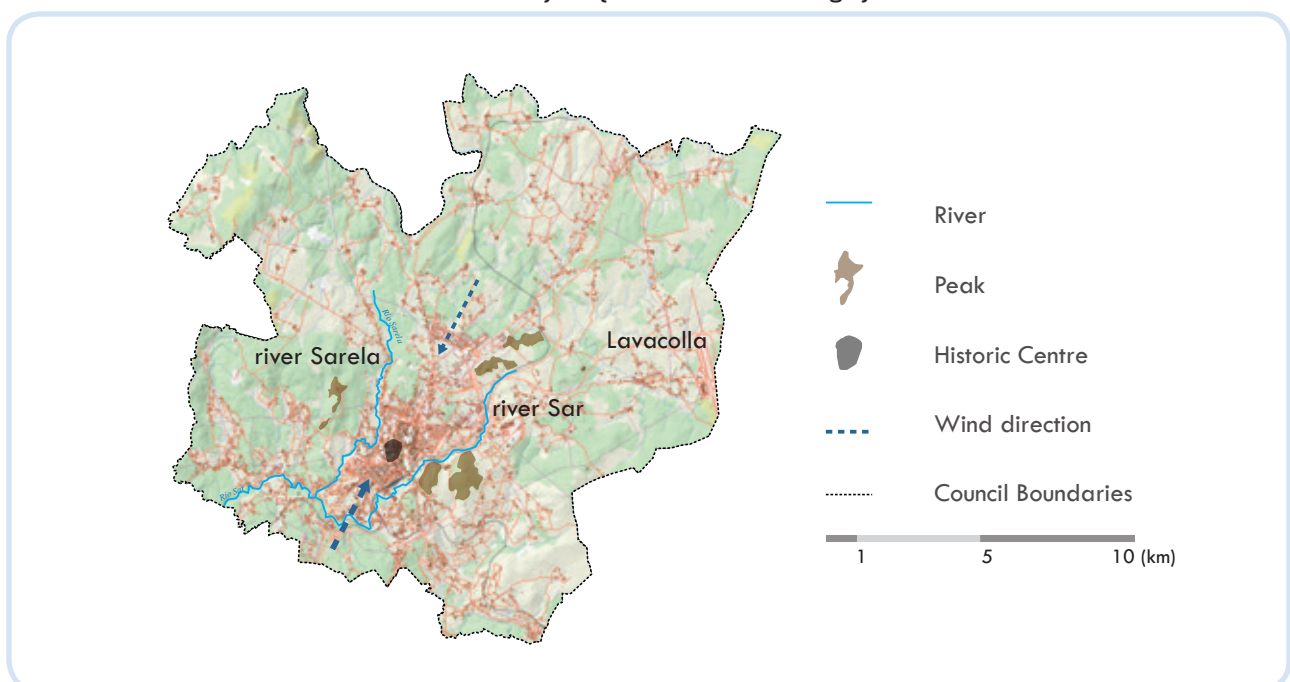


Figure 1.23. After SITGA



## Medias mensuales (Labacolla, Santiago)

Figura 1.24. Fuente: Meteonorm 6.1 y *Weather Tool*

El mes más frío en Santiago es enero (temperatura media de 8°C) y el más cálido es el mes de agosto (temperatura media de 18'3°C), de acuerdo con los datos registrados por la base Meteonorm entre los años 1996 y 2005 (figura 1.24). Los valores más bajos de radiación horizontal global, medida en el período 1981-2000, se registraron en diciembre (1'20 kWh/m²d) y los más altos en Junio (6'29 kWh/m²d). Estos datos fueron tomados en la estación meteorológica de Lavacolla, al Este del ayuntamiento de Santiago (figura 1.23) y editados con la herramienta *Weather Tool* del programa Ecotect. El rango de temperaturas de confort de la figura 1.24 indica que las temperaturas son agradables durante el verano, primavera y otoño, pero que se requiere calefacción en invierno. Se ha realizado un análisis para determinar las temperaturas de confort de los usuarios de los edificios estudiados. Según la normativa europea EN15251, la temperatura anual neutra de confort en Santiago es 21'7 °C y el rango de variación es de 2'5°. Sin embargo, los residentes de viviendas antiguas generalmente aceptan temperaturas más bajas y variaciones térmicas menores que los que habitan edificios de construcción ligera. Esto se debe a que tienen un grado de transmisión de calor relativamente elevado y con una gran cantidad de masa. Por lo tanto, se ha considerado apropiada una banda de confort ligeramente inferior (20'4 °C) y más estrecha (banda de confort de 2°C), como puede verse en la figura 1.25.

## Banda de temperatura de confort

Figura 1.25. After EN15251



### Monthly averages (Labacolla, Santiago)

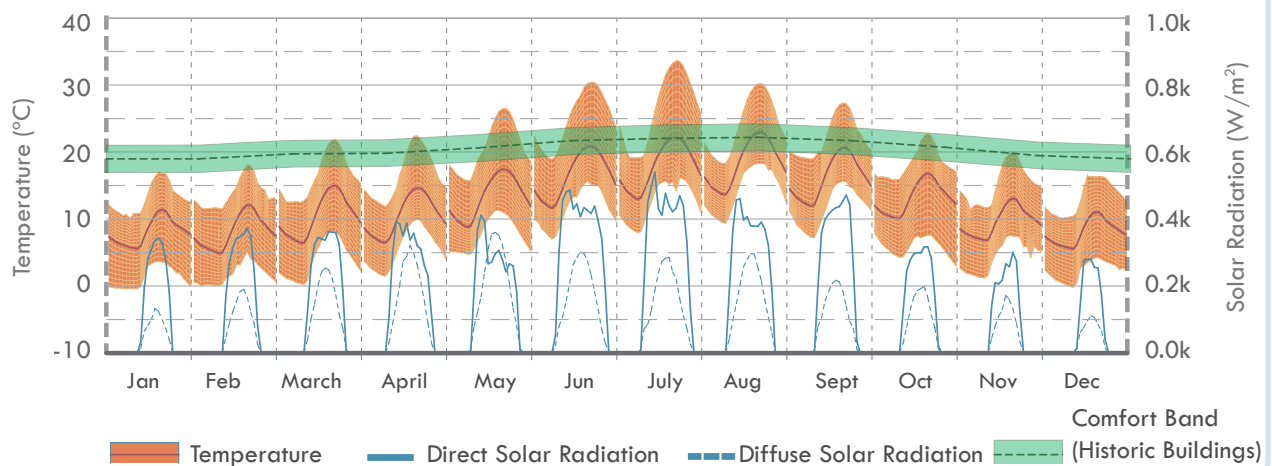


Figure 1.24. Source: Meteonorm 6.1 and Weather Tool

The coldest month in Santiago is January (average temperature 8°C) and the warmest is August (average temperature 18.3°C), according to the information gathered by the Meteonorm database between the years 1996 and 2005 (figure 1.24). Regarding global horizontal radiation, measured in the period 1981-2000, the lowest values are in December (1.20 kWh/m<sup>2</sup>·d) and the highest in June (6.29 kWh/m<sup>2</sup>·d). This data has been taken in the weather station Lavacolla, located in the East of the council of Santiago (figure 1.23) and edited with the Weather Tool of the software Ecotect. The comfort band represented in figure 1.23 shows that temperatures are comfortable during summer and mid-seasons but heating is required in winter. An analysis has been undertaken to define the comfort temperatures of the users of the buildings studied. According to the European Standard EN15251, the neutral annual temperature of comfort for Santiago is 21.7°C and the variation range is 2.5°. However, occupants in old houses generally accept lower temperatures and smaller temperature fluctuations than those in lightweight constructions. This is due to the high level of heat loss and the big quantity of mass. Thus, a slightly lower (20.4°C) and narrower band (comfort range of 2°C) has been found to be appropriate, as it can be seen in figure 1.25.

### Temperature comfort band

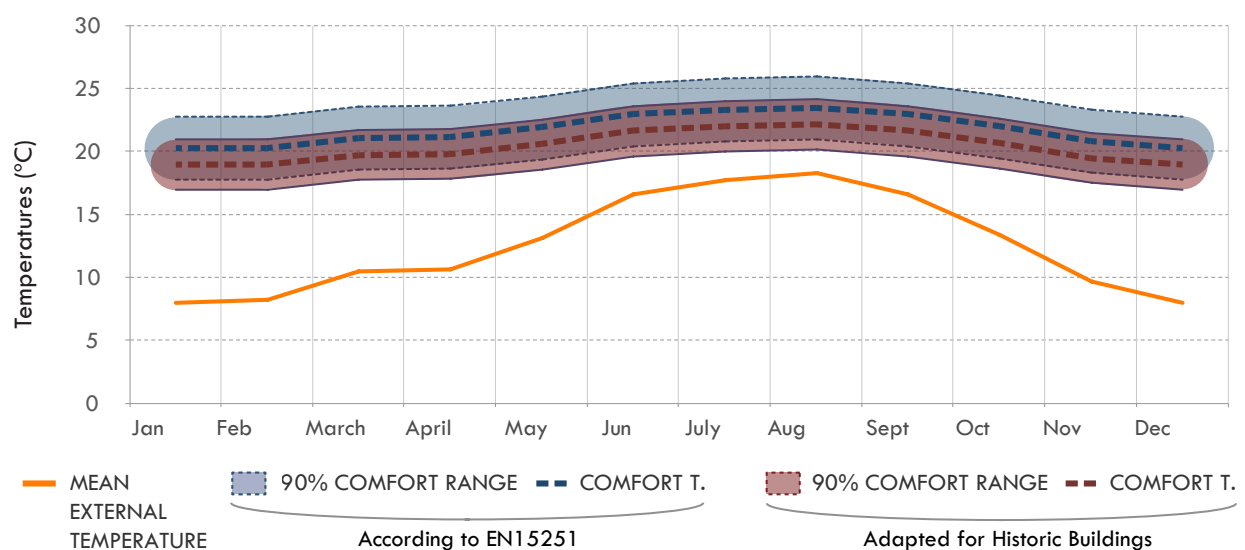


Figure 1.25. After EN15251

# (1.5) Potencial medioambiental de la vivienda

El casco antiguo de Santiago de Compostela tiene una estructura muy clara. El eje norte-sur es la dirección predominante, donde la topografía es suave y las calles son largas y continuas. La dirección Este-Oeste, con una topografía más variable, define las calles secundarias, que comunican la ciudad transversalmente y la relacionan con los campos circundantes. En la parte Norte del casco antiguo de la ciudad, el trazado es más irregular y fragmentado. La estructura urbana en la parte Sur es más clara y representa mejor las características previamente descritas. Los solares de uso residencial están definidos por muros perpendiculares a la vía principal, formando largas manzanas de viviendas adosadas (Martí, 1995). De esta breve descripción se puede concluir que la trama urbana dificulta el acceso solar. En general, las viviendas son largas y estrechas y no tienen orientación Sur directa, mientras que el ancho y largo de las vías limita la entrada del sol. La figura 1.26 muestra el incremento de la altura de los edificios en las casas compostelanas.

“La orientación norte-sur de una calle implica la orientación este-oeste de las edificaciones a lo largo de la misma, lo que causará una exposición solar desfavorable de estas construcciones. Desde un punto de vista solar es preferible la orientación del viario este-oeste.” (Givoni, *Climate Considerations in Building and Urban Design*, 1998).

## Variación de la altura de los edificios

Figura 1.26. Fuente: Ramos et al. (2002)

La ciudad vieja tal y como la conocemos es el resultado de muchos siglos de evolución, desde el primigéneo asentamiento del siglo IX. Como se comentó en el capítulo 1.3, la trama urbana fue el resultado de una cuidadosa planificación por parte de las autoridades, que controlaban el mercado de parcelas y edificios. El diseño inicial de calles y solares puede apreciarse en la figura 1.27. A finales del siglo XVIII la arquitectura residencial en Compostela estaba envejecida y degradada. Esto se controló mediante las llamadas “Ordenanzas de Policía Urbana de la Ciudad de Santiago”. Se eliminaron los voladizos y algunos soportales, se aumentó la altura de las casas y el tamaño y el ritmo de las ventanas fueron regularizados (de huecos pequeños e irregulares a huecos altos y elegantes situados rítmicamente). Durante los siglos XIX y XX se aumentó el volumen de las edificaciones. En las figuras 1.28 a 1.31 puede apreciarse el crecimiento y la ocupación gradual de las antiguas huertas. Los planos de la ciudad en 1798 y 1886 muestran manzanas residenciales con una considerable extensión de patios traseros libres. En 1908 la superficie de espacios abiertos supone una pequeña fracción del total de la manzana, y la profundidad de las huertas raramente excede el ancho de las calles.

La eliminación de soportales mejoró notablemente las condiciones de confort y funcionalidad de las calles, aumentando la incidencia solar sobre las fachadas principales de las casas. El crecimiento del fondo y de la altura de las viviendas, así como el aumento del tamaño de sus ventanas, transformaron completamente el comportamiento medioambiental de estas construcciones. Por un lado, la mayor

Plano de la ciudad 1595	Figura 1.26. Fuente: Barreiro et al. (2003)
Plano de la ciudad 1750	Figura 1.27. Fuente: Barreiro et al. (2003)
Plano de la ciudad en 1798	Figuras 1.28. Fuente: Sicart (1990)
Plano de la ciudad en 1886	Figuras 1.29. Fuente: Sicart (1990)
Plano de la ciudad en 1908	Figuras 1.30. Fuente: Sicart (1990)

## (1.5) Dwelling environmental potential

The old city of Santiago de Compostela has a very clear structure. The North/South is the leading direction, where the topography is comfortable and the streets are long and continuous. The East/West direction, with a more variable topography, defines the secondary streets, which communicate the city transversely and relate it to the surrounding fields. In the Northern part of the old city, the layout is more irregular and fragmented. The urban structure in the Southern part is clearer and represents better the characteristics described. Residential plots are defined by perpendicular walls to the main street, forming long blocks of terraced houses (Martí, 1995). From this brief description, it can be observed that the layout of the city difficulties solar access. Generally, the buildings are long and narrow and do not have direct exposure to South, while the width and the length of the streets restrict the sunlight penetration. Figure 1.26 shows building height increment in the Compostelan houses.

“A North-South orientation of a street may result in an East-West orientation of buildings along and parallel to the street, which will cause unfavourable solar exposure for these buildings. From the solar exposure viewpoint an East-West street orientation is preferable.” (Givoni, *Climate Considerations in Building and Urban Design*, 1998)

Building height variation



Figure 1.26. Source: Ramos et al. (2002)

The old city as we know it today is the result of many centuries of evolution, since the originary settlement of the 9<sup>th</sup> century. As it has been described in chapter 1.3, the urban layout was the result of a careful planification by the authorities, who controlled the trade of plots of land and buildings. The initial design of the streets and terrains can be appreciated in figure 1.27. At the end of the 18<sup>th</sup> century, the housing in Compostela was aged and degraded. This was eventually controlled by the so-called “*Ordenanza de Policía Urbana de la Ciudad de Santiago*”. The overhangs of the dwellings and many arcades (called *soportales*) were suppressed, the height of the housing was increased and window size and rhythm were regularised (from small and irregular openings to tall and elegant windows placed rhythmically). During the 19<sup>th</sup> and 20<sup>th</sup> centuries building volume was augmented. The growth in building depth and the gradual occupation of the backyards along this period can be appreciated in figures 1.28 to 1.31: city plans in 1798 and 1886 show residential blocks with a considerable extension of free backyards. In 1908 the surface of open spaces accounts for a small fraction of the total of the block and the depth of the backyards rarely exceed the width of the streets.

The suppression of *soportales* greatly improved comfort conditions and functionality of the streets, increasing sunlight over the houses main facade. The increment of the depth and height of the houses, and the growth of the windows fully transformed the environmental performance of these constructions. On



City plan in 1595



City plan in 1750



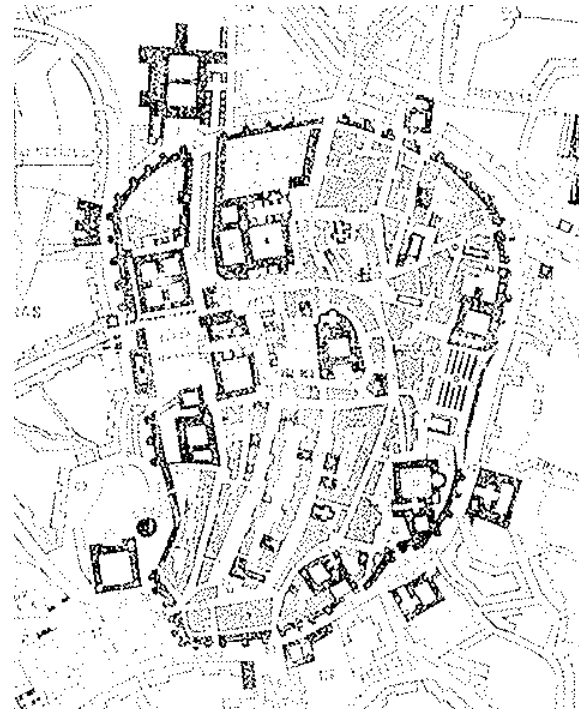
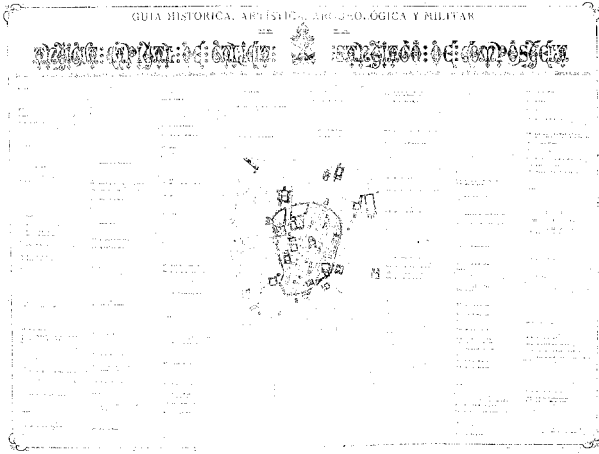
Figures 1.26 and 1.27. Source: Barreiro et al. (2003)

City plan in 1798



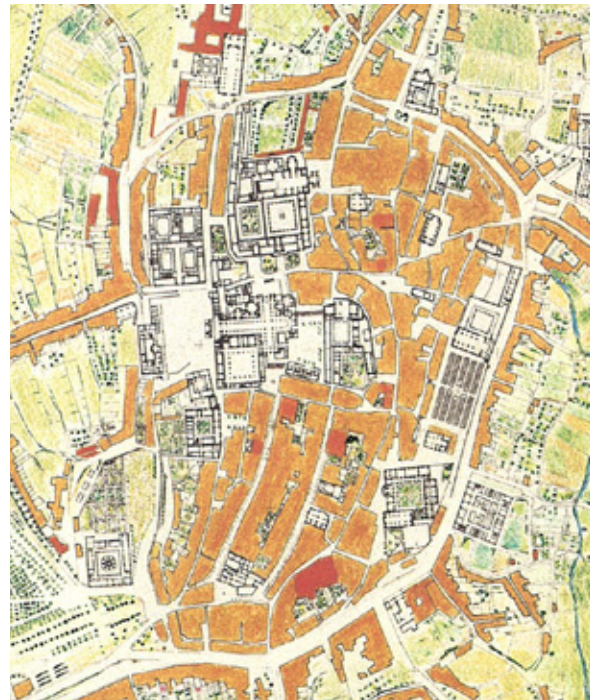
Figures 1.28. Source: Sicart (1990)

## City plan in 1886



Figures 1.29. Source: Sicart (1990)

## City plan in 1908



Figures 1.30. Source: Sicart (1990)



profundidad dio lugar a una zona central aislada de las condiciones exteriores; por otro, el crecimiento en altura supuso la reducción del acceso solar al aumentar la obstrucción de los edificios del entorno. Finalmente, las ventanas de mayor dimensión favorecieron la entrada de luz a la vivienda, a la vez que produjeron un aumento de las pérdidas caloríficas.

Aunque una edificación orientada al Sur tiene más posibilidades de tener ganancias solares que si se encuentra orientada en otras direcciones, el impacto de la orientación está directamente relacionado con las proporciones de la calle. En ocasiones, algunas partes de la fachada del edificio están tan obstruidas por los edificios vecinos que prácticamente no reciben radiación solar, independientemente de la orientación (Yanas, 2000). Las proporciones de la calle determinan el soleamiento y sombreado de las fachadas a lo largo del año. Las calles estrechas reducen la penetración del sol y limitan su duración sobre las superficies exteriores. Cuanto más alta es la latitud, más relevante resulta este aspecto para alcanzar niveles adecuados de confort. Según Littlefair (2000), para alcanzar una componente de luz de cielo de 21% a una latitud de 40° a 45°, el ángulo de obstrucción debe ser menor de 35°. Cuanto más restrictiva sea la visión del cielo, mayor será la superficie interior que necesitará el empleo de luz artificial, que aumentará con la profundidad del edificio. Baker (2002) cuantifica la demanda energética para luz artificial en relación al ángulo de obstrucción. Considerando un consumo energético anual de iluminación de 40 kWh/m<sup>2</sup> en un edificio sin obstrucciones, el valor aumentaría hasta un 55 kWh/m<sup>2</sup> con un ángulo de 30° y alcanzaría hasta 80 kWh/m<sup>2</sup> con una obstrucción de 60°.

“En un área de media densidad (relación altura/anchura en torno a 1), una gran parte de la radiación reflejada incide sobre otros edificios o sobre el terreno, y finalmente es absorbida a nivel de suelo y sus alrededores. En un área de alta densidad (relación altura/anchura entorno a 4 o mayor), la mayoría de la absorción tiene lugar por encima del nivel de suelo”. (Givoni, *Climate Considerations in Building and Urban Design*, 1998).

### Impacto del ancho de calle en la zona no-pasiva

Figura 1.32

El ángulo de obstrucción restringe la zona pasiva de los edificios, concepto definido por Baker (2010) como el área de la planta del edificio directamente afectado por la luz del sol. La zona no-pasiva es, pues, aquella que depende de la luz artificial de forma permanente. La relación entre ángulo de obstrucción y zona pasiva se analiza de forma abstracta en las figuras 1.32 a 1.34, considerando un edificio de 7'5 m de ancho, 24m de profundidad, 12 m de altura y ventanas de 2,7 m de alto. Se puede observar que cuando el ángulo de obstrucción decrece, como resultado de la variación en la sección de la calle (figura 1.32) o debido a la variación del nivel de la vivienda (figura 1.33), la zona no-pasiva todavía excede a la zona pasiva. Esto se debe a la gran profundidad del edificio, lo que demuestra el impacto de la sección urbana se ve comprometido por la forma del edificio.

one hand, extension of building depths created a central area isolated from external conditions; on the other hand, the increment in height reduced the solar access, as the obstruction of neighbouring buildings was larger. Finally, bigger windows brought more daylight into the dwelling while increasing heat loss.

Although a south oriented building has greater opportunities to benefit from solar gains than if facing other directions, the impact of orientation is closely linked to street proportions. Some parts of the building facade might be so obstructed by neighbouring buildings that they will hardly get sun regardless of their orientation (Yanas, 2000). Street proportion determine the shading and radiation over the facades throughout the year. Narrow streets reduce sun penetration and limit the duration of sunlight on the external surfaces. The higher the latitude, the more important this aspect becomes to achieve adequate comfort levels. According to Littlefair (2000), to reach a vertical sky component of 21% at the latitude of  $40^\circ$  to  $45^\circ$ , the obstruction angle must be less than  $35^\circ$ . In addition, the more restrictive the view of the sky is, the bigger the surface of the indoor space that would be devoted to artificial lighting, increasing with the building depth. Baker (2002) quantifies the energy demand for artificial light in relation to the angular elevation of an obstruction: considering an annual lighting energy consumption of  $40 \text{ kWh/m}^2$  in a non-obstructed building, the value would rise to about  $55 \text{ kWh/m}^2$  if the obstruction angle were  $30^\circ$ , and would go up almost to  $80 \text{ kWh/m}^2$  with an obstruction angle of  $60^\circ$ .

“In a medium-density area (H/W ratio of about 1), much of the reflected radiation strikes other buildings or the ground and is eventually absorbed at and near the ground level. In the high-density area (H/W ratio of about 4 or more), most of the absorption takes place high above the ground level.” (Givoni, *Climate Considerations in Building and Urban Design*, 1998)

Impact of street width on non-passive zone

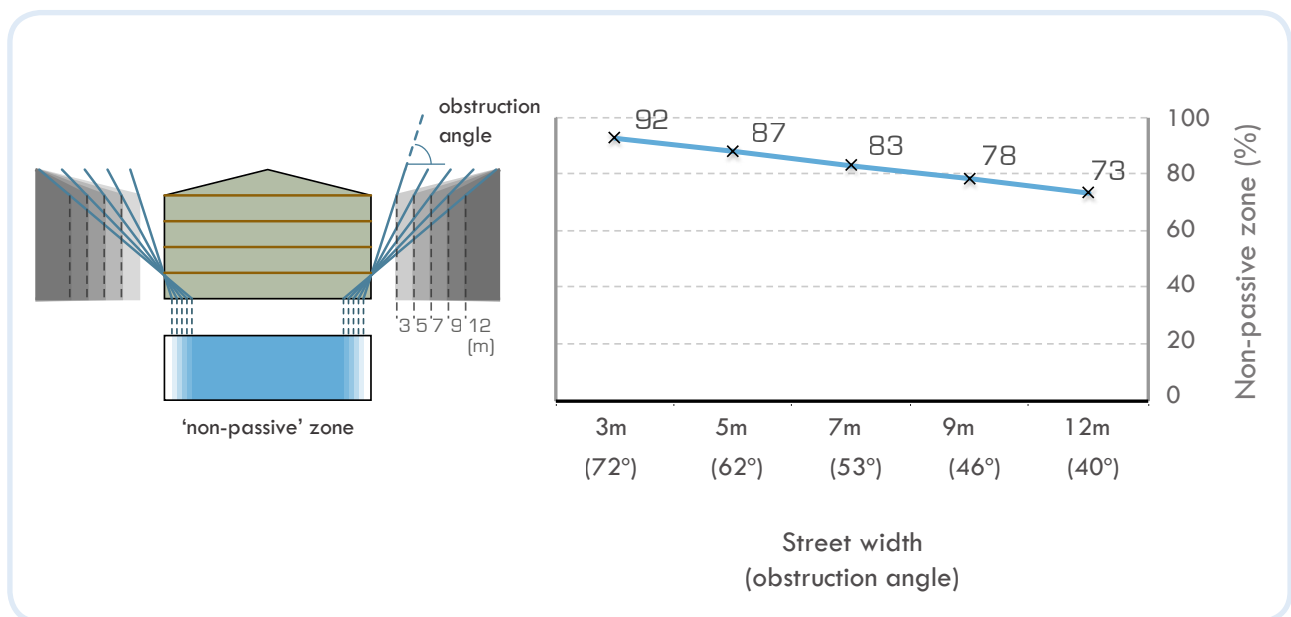


Figure 1.32

Obstruction angle restricts dwelling passive zone, a concept defined by Baker (2010) as the area of the building plan directly affected by sunlight. The non-passive zones would be, then, those that rely permanently on artificial light. The relationship between obstruction angle and passive zone is analysed in figures 1.32 to 1.34, considering a residential building of width=7'5m, windows height=2'7m, depth=24m, building height=12m. It can be noticed that when the obstruction angle decreases, as a result of the variation in street width (figure 1.32) or due to variation of the floor level (figure 1.33), the non-passive zone still exceeds the passive zone. The reason for that being the large building depth. Thus, the impact of the urban canyon is compromised by the building form.

## Impacto de la altura de la vivienda en la zona no-pasiva

Figura 1.33

La importancia de la forma de los edificios también se refleja en el uso de energía. Un edificio con una forma compacta puede tener menos pérdidas que un edificio disperso, pero seguramente será menos eficiente en cuanto a ventilación natural. Esto puede sintetizarse a través del ratio entre la superficie y el volumen (Hawkes, 1996). Un edificio compostelano entre medianeras de 7'5m de ancho y 24m de fondo tiene una ratio medio de superficie-volumen de 15 %, lo que evidencia un alto nivel de protección térmica ejercido por los edificios adyacentes.

## Impacto de la profundidad del edificio en la zona no-pasiva

Figure 1.34



### Impact of floor height on non-passive zone

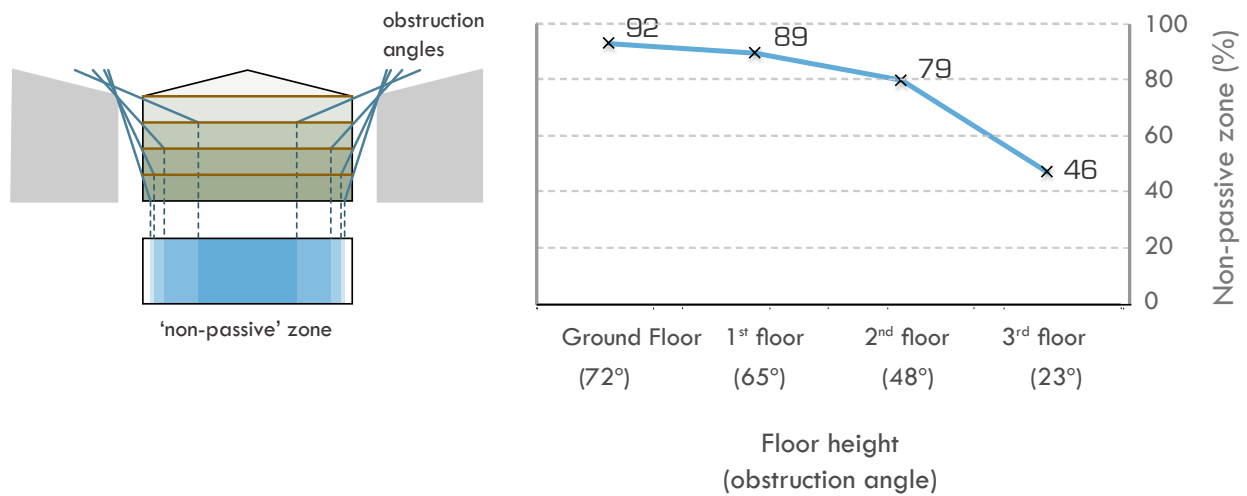


Figure 1.33

The shape of the buildings has a great importance in terms of their energy demand. A building with a compact form may have lower heat losses than a spread building, but it might result in less efficiency in terms of natural ventilation. This can be expressed by through the relationship between shape and energy use, establishing a ratio between surface area and volume enclosed (Hawkes, 1996). A mid-block building in Santiago de Compostela of floor dimensions 7'5m x 24m has an average surface to volume ratio of 15%, which evidences a high level of thermal protection by the adjacent buildings.

### Impact of building depth on non-passive zone

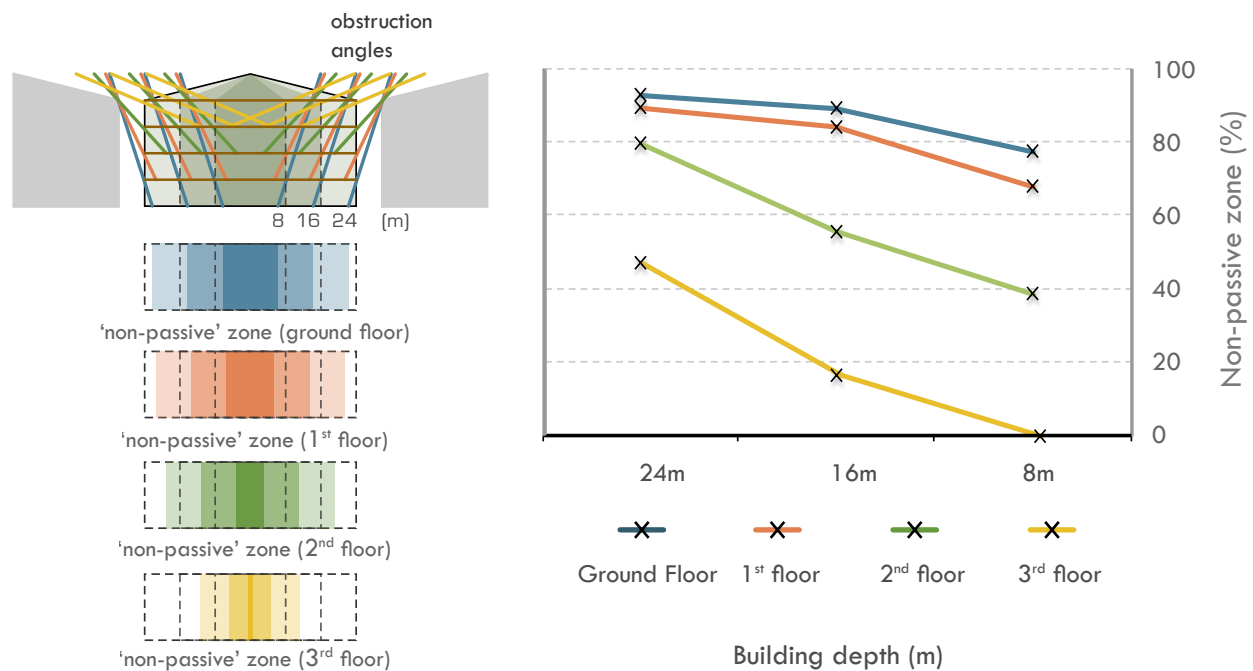


Figure 1.34

La profundidad de las viviendas, aunque minimiza las pérdidas energéticas, también disminuye la iluminación y la ventilación naturales, restringe las ganancias solares y limita el intercambio de calor del interior del edificio con el exterior. La profundidad de un edificio no debe exceder dos veces y media la altura del espacio en cuestión para que esté iluminado de forma natural, si la fuente de luz proviene de un único lado (Baker, 2002). Tampoco debería medir más de cinco veces la altura, para que pueda producirse ventilación cruzada; si la ventilación proviene de una única fachada la profundidad no deberá exceder de dos veces y media la altura (Smith, 2006). La figura 1.34 refleja el impacto de la profundidad del edificio en la zona no-pasiva del edificio. Muestra que cuando el ángulo de obstrucción es elevado (1<sup>er</sup> y 2<sup>o</sup> pisos), la variación en la profundidad del edificio tiene un impacto reducido en la zona pasiva. Solamente cuando tanto el ángulo de obstrucción como la profundidad del edificio disminuyen (3<sup>er</sup> y 4<sup>o</sup> pisos) la zona pasiva aumenta. Esto demuestra la influencia decisiva que el volumen del edificio ejerce sobre las características medioambientales de la vivienda.

### Variación de la zona no-pasiva según las hipótesis de investigación

Figura 1.35

Este análisis de la zona no-pasiva de la vivienda puede ser una herramienta sencilla de medida de la “sostenibilidad” de los edificios, ya que da una idea del grado de contacto entre el ambiente interior y exterior. Puede aplicarse a cualquier edificación y usarse como instrumento comparativo. En la figura 1.35 se ha utilizado una casa de 8'5 m de anchura, 28,5 m de profundidad y 14 m de altura, en la que se han implementado las estrategias de investigación (figura 1.36). La elección de estas dimensiones responde a la metodología mencionada en el capítulo 0.3, que será descrita en detalle en el capítulo siguiente. Puede observarse cómo la disminución del ángulo de obstrucción, realizada mediante la modificación del patio y de la cubierta, influye en la zona no-pasiva de la vivienda. (En este caso, los cálculos se han realizado en la segunda planta.)

Los mecanismos utilizados para reducir la obstrucción y para alterar la profundidad de la vivienda tienen un efecto considerable sobre la zona no-pasiva, como puede observarse en la figura 1.36. Como resultado de la aplicación de las diversas estrategias de investigación, ésta descendió de 59'82% (caso base) a 38'65% (caso 2-R), mientras que el ángulo de obstrucción a través del patio fue de 68° a 50°. Las referencias para una buena iluminación natural (2'5 veces la altura del espacio) y para una ventilación cruzada efectiva (5 veces la altura) aparecen señalados en verde en los esquemas. Las alteraciones realizadas en el caso base han permitido que la profundidad relativa de

The large depth of the houses, although minimising heat losses, might also limit the potential of the dwellings for daylight and ventilation, it would restrict the heat gains and the rate of heat exchange of the building and the outdoor environment. The depth of a naturally illuminated space must not exceed two and a half times its height, for single sided illuminated (Baker, 2002). Similarly, the building depth should not be more than about five times the floor to ceiling height, if cross-ventilation is to be successful; for single sided ventilation, depth should be limited to about two and a half times the floor to ceiling height (Smith, 2006). Figure 1.34 addresses the impact of building depth on the non-passive zone of the building. It shows that, when the obstruction angle is high (1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> floors), variation in building depth has a small impact on the passive zone. Only when both obstruction angle and building depth decrease (3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> floors) does the passive zone effectively increase. As a conclusion, building volume stands as a decisive factor affecting the environmental characteristics of the urban house.

Variation of non-passive zone according to the research hypothesis

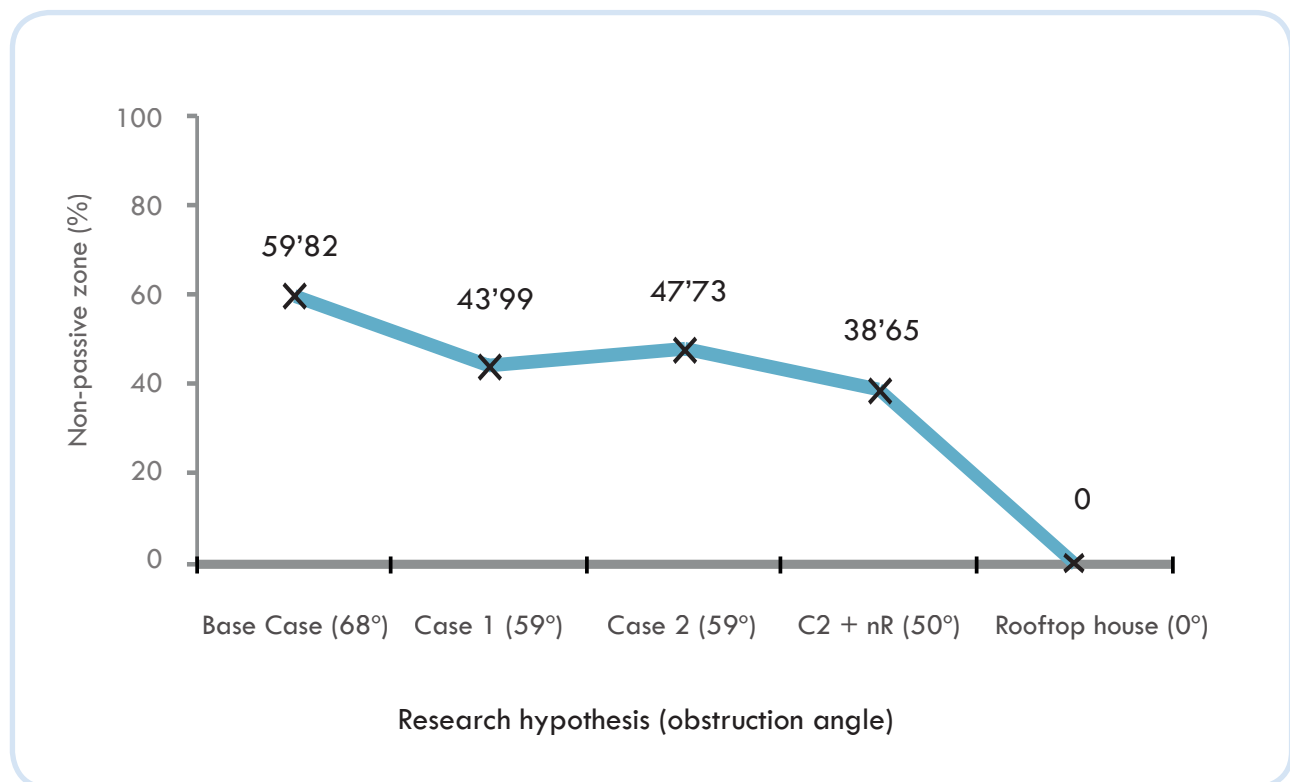


Figure 1.35

This analysis on the dwelling non-passive zone can be a simple tool for measuring the 'sustainability' of the buildings, as it illustrates the grade of contact between the indoor and the outdoor environment. It can be applied to any house and be used as a means of comparison. In figure 1.35 it has been done considering a house of 8'50m width, 28'50m depth and 14m height, on which the research strategies have been applied (figure 1.36). The choice of these dimensions respond to the methodology mentioned in chapter 0.3, that will be further explained in the following chapter. It can be observed how the decrease of the obstruction angle, through the alteration of patio and roof, influences the non-passive area of the dwelling. (In this case, the calculations have been undertaken in the 2<sup>nd</sup> floor.)

The mechanisms used to reduce the obstruction and to alter the dwelling depth have a considerable effect on the non-passive zone, as it can be seen in figure 1.36. As a result from the application of the different research strategies, it descended from 59'82% (Base Case) to 38'65% (Case 2-R), while the obstruction angle through the patio went from 68° to 50°. The references for a good natural illumination (2'5 times the height of the space) and for an effective cross ventilation (5 times the height) are shown in green in the sketches. The alterations undertaken on the Base Case have allowed that the

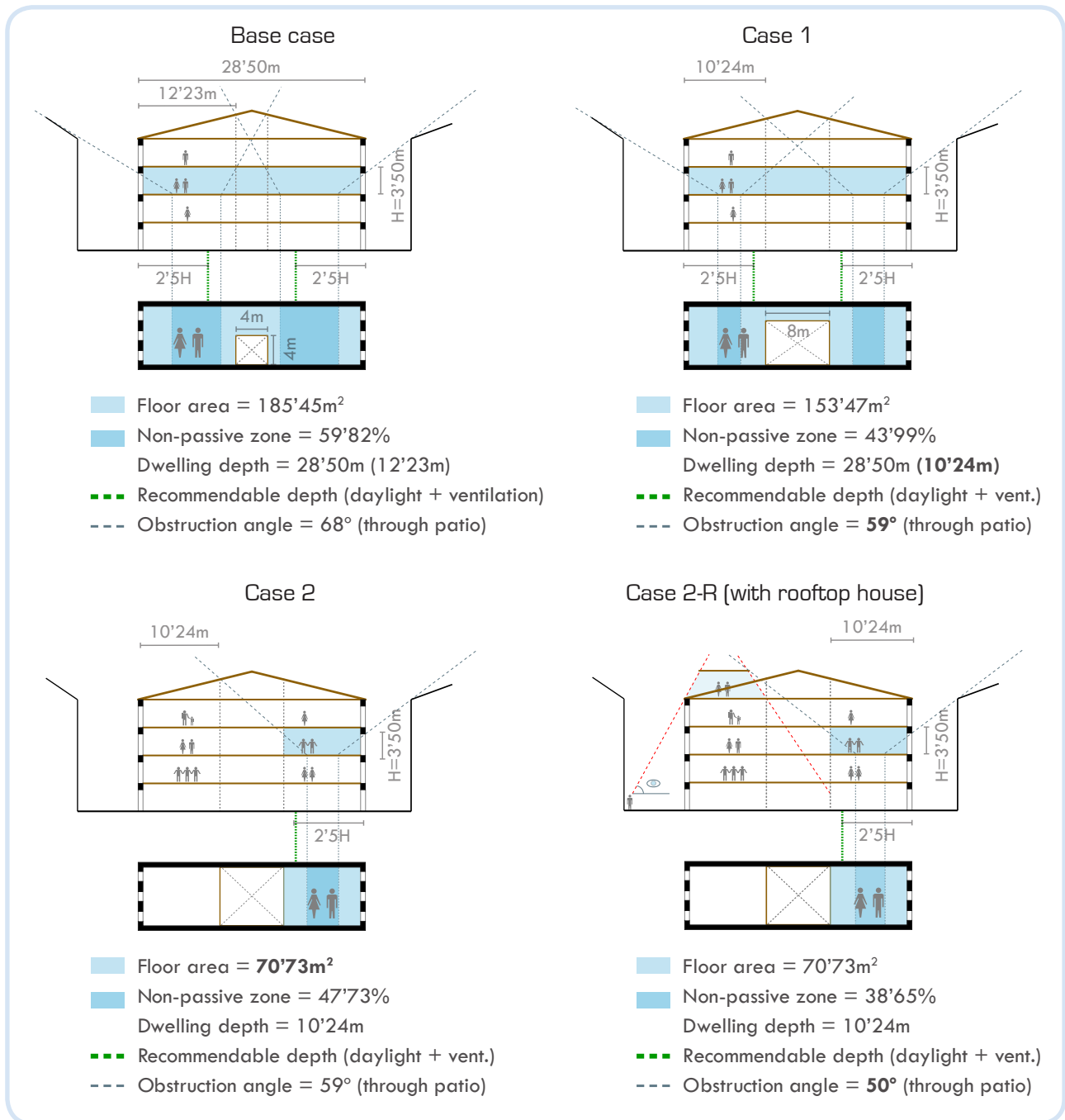
## Zona no-pasiva y estrategias de investigación

Figura 1.36

la vivienda, definida como la distancia entre la fachada a la pared del patio, se aproxime a estas dimensiones (disminuyó 1'99m). Estos cambios pretenden mejorar la calidad del ambiente interior y reducir la demanda energética de la vivienda.

Las transformaciones realizadas en el edificio no están motivadas únicamente por aspectos medioambientales sino también arquitectónicos. Dichos cambios influyen en la superficie de vivienda e implicarían ciertas modificaciones de la distribución. Esto responde a las hipótesis de investigación descritas anteriormente, que pretenden aumentar la diversidad social del área, la flexibilidad de las viviendas históricas y la asequibilidad de su mantenimiento y rehabilitación.

## Non-passive zone and research strategies



.Figure 1.36

relative depth of the dwelling, defined as the distance between the facade and the patio gets close to these dimensions (it decreased in 1'99m). These changes are meant to improve the quality of the indoor environment and reduce the dwelling energy demand.

The transformation applied to the house are not merely motivated by environmental aspects but also architectonic. They have influence on the dwelling surface and would imply certain modifications on the dwelling layout. This responds to the research hypothesis described before, which aim to increase the social diversity of the area, the flexibility of historic dwellings and the affordability of their maintenance and retrofitting.



(2.1) Normativa

(2.2) Manzana *Rúa do Vilar - Rúa Nova*

(2.2.1) Selección de edificios

(2.2.2) Ocupación de las huertas

(2.2.3) Índice de obstrucción

(2.2.4) Edificio representativo

(2.3) Patios interiores

(2.4) División de viviendas

(2.5) Bajocubiertas y áticos

## contenido

(2.1) Current regulations

(2.2) Block *Rúa do Vilar - Rúa Nova*

(2.2.1) Selection of buildings

(2.2.2) Occupation of backyards

(2.2.3) Index of obstruction

(2.2.4) Representative house

(2.3) Patios

(2.4) Division of dwellings

(2.5) Lofts and attics

## contents



# Capítulo 2

## Urbanismo y normativa

A lo largo de este capítulo se seleccionarán los edificios de la manzana sobre los que este estudio es aplicable. El objeto de estudio es la arquitectura residencial que debido a su relevancia patrimonial, ha recibido menor atención. A pesar de la homogeneidad de estas construcciones, diferencias dimensionales y de obstrucción del entorno dan lugar a comportamientos medioambientales muy distintos. El análisis destacará aquellos edificios con peores condiciones. La validez de las estrategias estudiadas depende de su adaptabilidad a la normativa existente, en este caso, el *Plan Especial de Protección e Rehabilitación da cidade histórica de Santiago*. Esta normativa estimula la ampliación o la creación de patios interiores, ya que considera que mejoran la habitabilidad de las viviendas. La división de pisos se tolera, aunque sólo bajo circunstancias específicas. Sin embargo, el diseño de áticos está muy regulado y restringido a pocos casos.

# Chapter 2

## Urbanism and regulations

Along this chapter, the buildings to which this research may be applicable will be selected. The study will focus on the residential architecture that due to its lower cultural relevance, has received less attention. In spite of the homogeneity of these houses, variation in dimensions and neighbouring obstructions determine different building environmental behaviours. The analysis will highlight those with worse conditions. The validity of the strategies studied depends on their adaptability to the existing regulations, in this case, the so-called *Plan Especial de Protección e Rehabilitación da cidade histórica de Santiago*. Measures involving the creation or the increment of internal patios are encouraged by this regulations, as it is considered to bring improvements to the environmental conditions of the dwellings. Division of flats is allowed, although only under specific circumstances. However, redesign of rooftop houses is carefully regulated and restricted to few cases.

## (2.1) Normativa

El *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* es un plan especial de protección aprobado el 24 de marzo de 1997 dentro de la normativa nacional Ley del Patrimonio Histórico Español (25 de junio de 1985). Este texto regula **condiciones mínimas de salubridad**, descritas en el artículo 30 (Título III, Capítulo I), según el cual los edificios tendrán al menos suministro eléctrico, distribución de agua, saneamiento, aparatos sanitarios en buen estado de conservación, así como condiciones adecuadas de limpieza y salubridad en el edificio y en los espacios libres.

El *Plan Especial* trata la **conservación del ambiente urbano**, basado principalmente en aspectos estéticos y arqueológicos: en los artículos 49 a 51 (Título III, Capítulo IV), trata la conservación y restauración de los elementos visibles (fachadas, muros medianeros, cubiertas, jardines visibles desde la calle, etc.), la protección de elementos singulares del espacio público y la limitación de la publicidad. También describe las **obligaciones generales de los propietarios y la implicación del Ayuntamiento** en la conservación de los edificios: en los artículos 29 y 31 (Título II, Capítulo I), se establece que los propietarios deben llevar a cabo obras para garantizar la seguridad, la salubridad y la estética, siempre que el coste no exceda el 50% del valor del edificio. Si el presupuesto de la obra fuera mayor, el Ayuntamiento podría asumir la diferencia.

### Artículo 30 *Plan Especial*

Figura 2.7. Modificado de *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

La normativa tipifica las **intervenciones en los edificios existentes** como intervenciones generales (*conservación, restauración, rehabilitación, reestructuración y ampliación*) y particulares (fachadas y elementos exteriores, fachadas de la planta baja y elementos exteriores, intervenciones parciales en viviendas y comercios y *consolidación*), descritos en el Capítulo I del Título IV. Paralelamente, establece una **clasificación del patrimonio**: edificios catalogados (niveles 1, 2, 3 y 4), que están protegidos individualmente debido a su valor histórico y ambiental; y edificios no catalogados, que se encuentran bajo una protección genérica debido a su emplazamiento en la ciudad histórica (Título V, Capítulo I). La tabla 2.1 muestra la relación entre ambos, es decir, las intervenciones permitidas en cada tipo de edificio (Título V, Capítulos II y III).

Debido a la vasta terminología utilizada para tipificar intervenciones realizadas en edificios existentes, y su variación de significado entre diferentes autores, se ha considerado apropiado utilizar los términos en castellano definidos en esta normativa. De acuerdo con este texto, el término **conservación** se refiere a intervenciones que buscan preservar las condiciones de salubridad, seguridad y estética, sin alterar la estructura, distribución o características formales; **restauración** engloba las intervenciones



## (2.1) Regulations

The *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* is a 'special plan of protection' approved the 24<sup>th</sup> of March of 1997, developed within the national regulation *Ley del Patrimonio Histórico Español* (25<sup>th</sup> of June of 1985). Minimum **conditions of salubrity** regulated by this text are described in article 30 (*Título III, Capítulo I*); according to it, buildings will have at least electric and water supply, sanitation systems and bathrooms in good state of conservation, as well as adequate conditions of cleanliness and salubrity in the building and the free spaces.

The *Plan Especial* addresses the **conservation of the urban environment**, based mainly in aesthetic and archeological aspects: in articles 49 to 51 (*Título III, Capítulo IV*), considers the conservation and restoration of visible elements (facades, mediator walls, roofs, gardens visible from the street, etc.), protection of singular elements of the public space and limitations to external publicity. It also describes the general **obligations of owners and the involvement of the municipality** in building conservation: in articles 29 and 31 (*Título III, Capítulo I*), it is mentioned that owners must undertake works to assure security, salubrity and aesthetics, when the cost does not exceed 50% of the current value of the building. If it was higher, the municipality might assume the extra-cost.

### Article 30 *Plan Especial*

#### b) Condiciones de salubridad.

Los edificios contarán al menos con instalaciones de suministro eléctrico, distribución de agua, conducciones de saneamiento y aparatos sanitarios (en viviendas comprenderán al menos lavabo, inodoro y plato de ducha o baño) en buen estado de funcionamiento.

En caso de disponer de otras instalaciones, deberán encontrarse asimismo en buen estado.

La edificación y espacios libres contarán con una adecuada limpieza y salubridad.

#### [ b) Sanitary conditions.

Buildings will have at least electric and water supply, sewage network and sanitary appliances (in dwellings there will be washbasin, toilet and shower or bathtub at least), in good working conditions.

In case of having other facilities, they must also be in good state.

Building and free spaces will be in good conditions of cleanliness and health.]

Figure 2.7. After *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

The regulations describe the **interventions in existing buildings** as general interventions (*conservación, restauración, rehabilitación, reestructuración* and *ampliación*) and particular interventions (facades and external elements, ground floor facades and external elements, partial interventions in dwellings and retail and *consolidación*), described in *Capítulo I* of *Título IV*. At the same time, it establishes a **classification of the patrimony**: catalogued buildings (levels 1, 2, 3 and 4), which are individually protected due to their historic or environmental values; and non-catalogued buildings, which are under a generic protection due to its location within the historic city (*Título V, Capítulo I*). Table 2.1 shows the relationship between both, that is, the interventions allowed on each type of building (*Título V, Capítulos II and III*).

Due to the vast terminology existing for typifying interventions in existing buildings, and the variation of meaning between different authors, it has been considered appropriate to use the Spanish words defined in these regulations. According to this text, **conservación** refers to interventions that aim to preserve conditions of salubrity, security and aesthetics, without any alteration of the structure, layout or

Tabla 2.1. Intervenciones permitidas según la protección de los edificios

realizadas en edificios de gran valor arquitectónico o histórico, alcanzando conservación general, sustitución o reconstrucción de la arquitectura o tipología originales; **rehabilitación** se entiende como la mejora de las condiciones de funcionalidad y habitabilidad del edificio, preservando la configuración original en su mayor parte o completamente; se permite la alteración de la distribución interna, mientras se garantice la conservación de los elementos principales (fachada, acceso, escaleras, estructura vertical y horizontal, patios y divisiones horizontales); **reestructuración** es aplicable a edificios que son inadecuados para su uso, debido a su deterioro o a deficiencias arquitectónicas, y supone cambios considerables, siempre respetando totalmente la envolvente, el volumen y la forma; por último, el término **ampliación** se refiere a aquellas medidas que pretenden aumentar el tamaño del edificio existente, a través del incremento de su profundidad o por adición de plantas, sin alterar sus alineaciones externas y fachadas.

Es destacable que al llevar a cabo intervenciones de rehabilitación se aplican obligatoriamente medidas de *conservación* y supresión de elementos inadecuados (denominados elementos disconformes); análogamente, las intervenciones de ampliación sólo podrán realizarse si aquellos elementos inadecuados existentes son modificados simultáneamente. Esta estrategia permite al *Plan Especial* regular no sólo intervenciones futuras, sino también aquéllas realizadas previamente, además de potenciar la conservación. Considerando los aspectos descritos, esta investigación se centrará en las casas de la manzana estudiada con niveles de protección 3 y 4 y aquéllas no catalogadas, mientras que los edificios con protección mayor estarán excluidos de esta investigación.

Table 2.1. Interventions allowed according to protection of buildings

Protection level Interventions (I)	LEVEL 1	LEVEL 2	LEVEL 3	LEVEL 4
Type	<i>Restauración</i>	<i>Restauración</i> <i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i>	<i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i>	<i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i> Partial <i>Reestructuración</i> Global <i>Reestructuración</i>
General I allowable	<i>Rehabilitación</i> Partial <i>Reestructuración</i>	Partial <i>Reestructuración</i> Global <i>Reestructuración</i> for restitution	Partial <i>Reestructuración</i> Global <i>Reestructuración</i> (spreadsheet)	Global <i>Reestructuración</i> (spreadsheet)
Conservation		Entrance Stairs	Entrance (spreadsheet) Stairs (spreadsheet)	Entrance (spreadsheet) Stairs (spreadsheet)
State of ruin		Global <i>Reestructuración</i>	<i>Reestructuración total</i> Replacement structural elements	Global <i>Reestructuración</i> Replacement structural elements <i>Ampliación (PA)</i>
Particular I allowed	Partial <i>Restauración</i>	Partial <i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i> <i>Consolidación</i>	Partial <i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i> Volumetric reconfiguration (spread)	Partial <i>Conservación</i> <i>Rehabilitación</i> Volumetric reconfiguration (spread)

formal characteristics; *restauración* encompasses those interventions undertaken in buildings of great architectural or historical value, reaching general conservation, replacement or reconstruction of the original architecture or typology; *rehabilitación* is understood as improvement of functional conditions and habitability of the building, mostly or completely preserving the original configuration; alteration of internal layout is allowed, as long as conservation of main elements - facade, entrance, stairs, vertical and horizontal structure, patios and horizontal divisions - is guaranteed; *reestructuración* is applicable to buildings that are inadequate for their use, due to deterioration or architectural deficiencies, and involve major changes, always fully respecting envelope, volume and form; finally, *ampliación* refers to those measures intended to extend the existing building, through increment of the building depth or addition of floor levels, without alteration of its external alignments and facades.

It is remarkable that when interventions of *rehabilitación* are to be undertaken, *conservación* measures and suppression of inadequate elements (named *elementos disconformes*) are mandatory; similarly, interventions of *ampliación* would only be carried out if existing inadequate elements are modified simultaneously. This strategy allows the *Plan Especial* to regulate not only future interventions, but also those undertaken previously, as well as encouraging conservation. Taking into account the aspects described, this research will focus on the houses of the block studied with levels of protection 3 and 4 and those that are not catalogued, excluding buildings of higher level of protection.

## Índice de contenidos del *Plan Especial*

Figura 2.8. Modificado del *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

La figura 2.8 muestra el índice de contenidos simplificado de la normativa, con los apartados relevantes para esta investigación subrayados en rojo. Las normas generales aplicables en el ámbito de aplicación del *Plan Especial* están resumidas en el Título VI; el Capítulo I, que describe especificaciones del volumen de los edificios, y el Capítulo IV, que define de condiciones higiénicas y habitabilidad, se tratarán en este capítulo; las condiciones generales de estética urbana (Capítulo II) se abordarán en el capítulo 5 (Costes y materiales) y las normas sobre el uso y el programa de los edificios (Capítulo III) se comentarán en el capítulo 3 (Arquitectura y población). Por último, las áreas de intervención y sus normas particulares están definidas en los artículos 150 a 155 (Tomo II, Título VIII, Capítulo I) y representadas en las figuras de 2.9 a 2.12. Estas zonas se denominan Recinto Intramuros (R.I.), Áreas Urbanas Inmediatas (A.U), Lineales Históricos Periféricos (L.H.), Rueiros (R), Tejidos Históricos Renovados por el Planeamiento Anterior (T.H.R.) e Implantaciones y Reformas del Planeamiento Anterior (I.R.).

El área estudiada estará situada en el Recinto Intramuros (el nombre hace referencia a los edificios comprendidos dentro de la antigua muralla medieval), donde las normas son más restrictivas que en las otras zonas. Se ha escogido el escenario más desfavorable, de modo que las soluciones alcanzadas puedan ser extrapolables a otras partes del casco histórico. La normativa exige la conservación del volumen y del coeficiente de ocupación actuales en esta área, de forma que la posición de la fachada principal y trasera es inalterable. De acuerdo con el *Plan Especial*, no se permiten construcciones por detrás de la línea interna marcada en los planos y el resto de la parcela debe acondicionarse como espacio libre privado. Aquellos que no tengan árboles u otro tipo de vegetación y que no estén en

### Protección Áreas *Plan Especial*

Recinto Intramuros (R.I)

Áreas Urbanas Históricas Inmediatas (A.U)

Lineales Históricos Periféricos (L.H)

Figuras 2.9 (arriba), 2.10 (abajo a la izquierda), 2.11 (abajo en el centro) y 2.12 (abajo a la derecha). Modificado de *Plan Especial* (1997)

## Index of contents *Plan Especial*

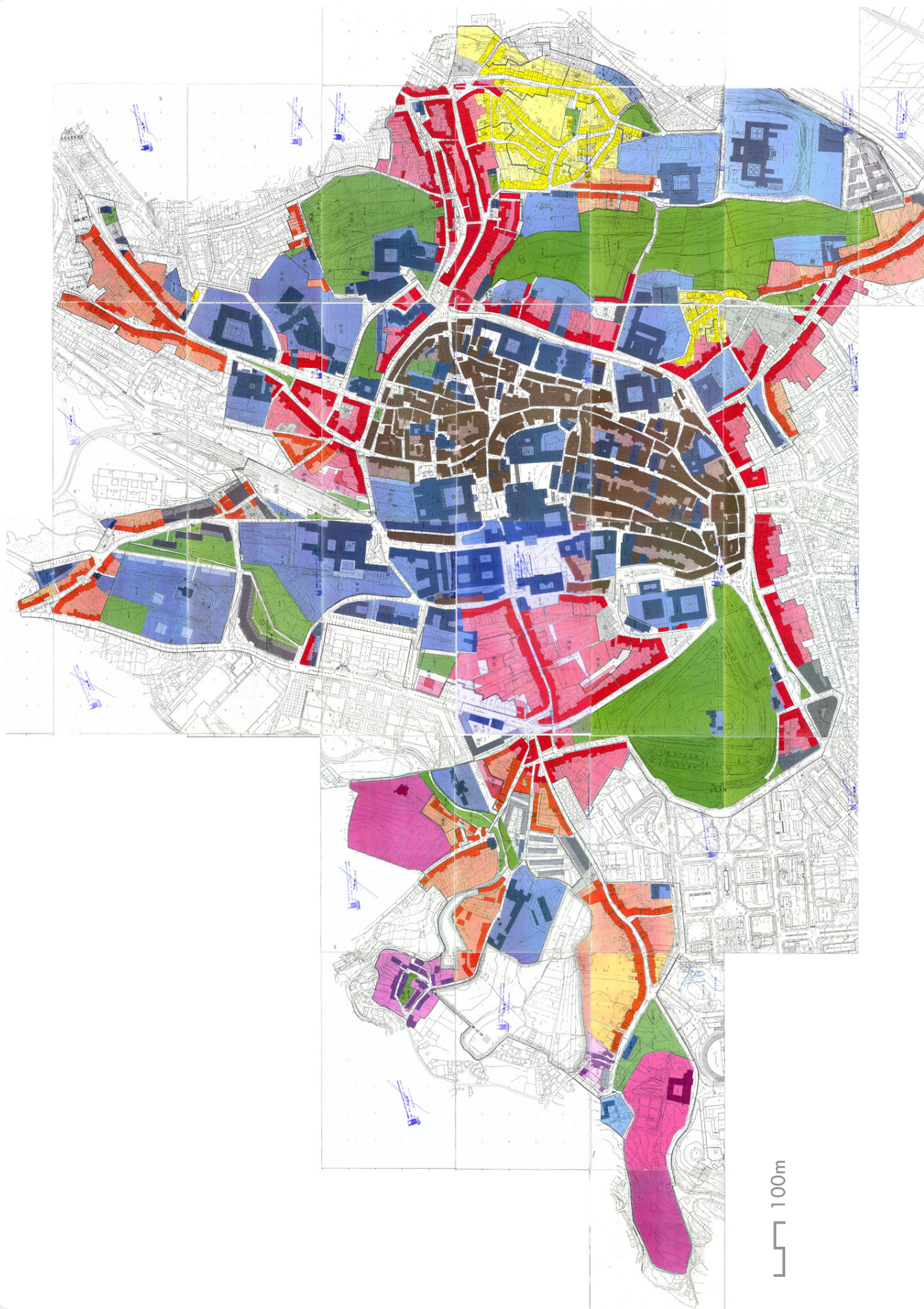
<p><b>TOMO I</b></p> <p><b>TÍTULO I. DISPOSICIONES GENERALES.</b></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO I. NATURALEZA, MARCO LEGAL Y ÁMBITO.</p> <p><b>TÍTULO II. DESARROLLO, EJECUCIÓN Y GESTIÓN DEL PLAN ESPECIAL.</b></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO I. DESARROLLO Y EJECUCIÓN.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO II. GESTIÓN DEL PLAN ESPECIAL.</p> <p><b><u>TÍTULO III. CONDICIONES DE PROTECCIÓN DEL PATRIMONIO HISTÓRICO Y AMBIENTAL.</u></b></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO I. DEBERES GENERALES DE CONSERVACIÓN DE LOS INMUEBLES.</u></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO II. SUPUESTOS DE DECLARACIÓN DE RUINA Y DEMOLICIÓN DE LAS EDIFICACIONES.</u></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO III. CONSERVACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO.</p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO IV. CONSERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE URBANO.</u></p> <p><b><u>TÍTULO IV. TIPIFICACIÓN DE LAS ACTUACIONES DE EDIFICACIÓN.</u></b></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO I. ACTUACIONES GENERALES EN LOS EDIFICIOS EXISTENTES.</u></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO II. ACTUACIONES PARCIALES EN LOS EDIFICIOS EXISTENTES.</u></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO III. ACTUACIONES DE DEMOLICIÓN, NUEVA EDIFICACIÓN O REORDENACIÓN VOLUMÉTRICA.</p> <p><b><u>TÍTULO V. REGULACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO.</u></b></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO I. CLASIFICACIÓN DEL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO.</u></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO II. ACTUACIONES AUTORIZADAS EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO CATALOGADO.</u></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO III. ACTUACIONES AUTORIZADAS EN EL PATRIMONIO ARQUITECTÓNICO NO CATALOGADO.</u></p> <p><b><u>TÍTULO VI. NORMAS GENERALES DE LA EDIFICACIÓN.</u></b></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO I. CONDICIONES GENERALES DE VOLUMEN.</u></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO II. CONDICIONES GENERALES DE ESTÉTICA URBANA.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO III. NORMAS GENERALES DE USO.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO IV. CONDICIONES HIGIÉNICO-SANITARIAS Y DE HABITABILIDAD.</p>	<p><b>TOMO II.</b></p> <p><b>TÍTULO VII. DE LAS LICENCIAS MUNICIPALES.</b></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO I. LICENCIAS.</p> <p><b><u>TÍTULO VIII. NORMAS PARTICULARES DE ZONA.</u></b></p> <p style="padding-left: 20px;"><u>CAPÍTULO I. ORDENANZAS REGULADORAS TIPO EN SUELO URBANO.</u></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO II. ORDENACIONES ESPECIALES EN SUELO URBANO.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO III. ORDENANZAS ESPECIALES EN SUELO URBANO.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO IV. NORMAS REGULADORAS DEL SUELO URBANIZABLE NO PROGRAMADO.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO V. NORMAS REGULADORAS DEL SUELO NO URBANIZABLE.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO VI. ORDENACIÓN DE SISTEMAS.</p> <p><b>TÍTULO IX. CONDICIONES DE LA URBANIZACIÓN.</b></p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO I. CONDICIONES DE LA RED VIARIA.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO II. CONDICIONES DE LAS REDES DE INFRAESTRUCTURAS.</p> <p style="padding-left: 20px;">CAPÍTULO III. CONDICIONES DEL AJARDINAMIENTO.</p> <p style="padding-left: 20px;">DISPOSICIÓN TRANSITORIA.</p> <p style="padding-left: 20px;">DISPOSICIÓN FINAL PRIMERA.</p> <p style="padding-left: 20px;">DISPOSICIÓN FINAL SEGUNDA.</p>
---	--

Figure 2.8. After *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

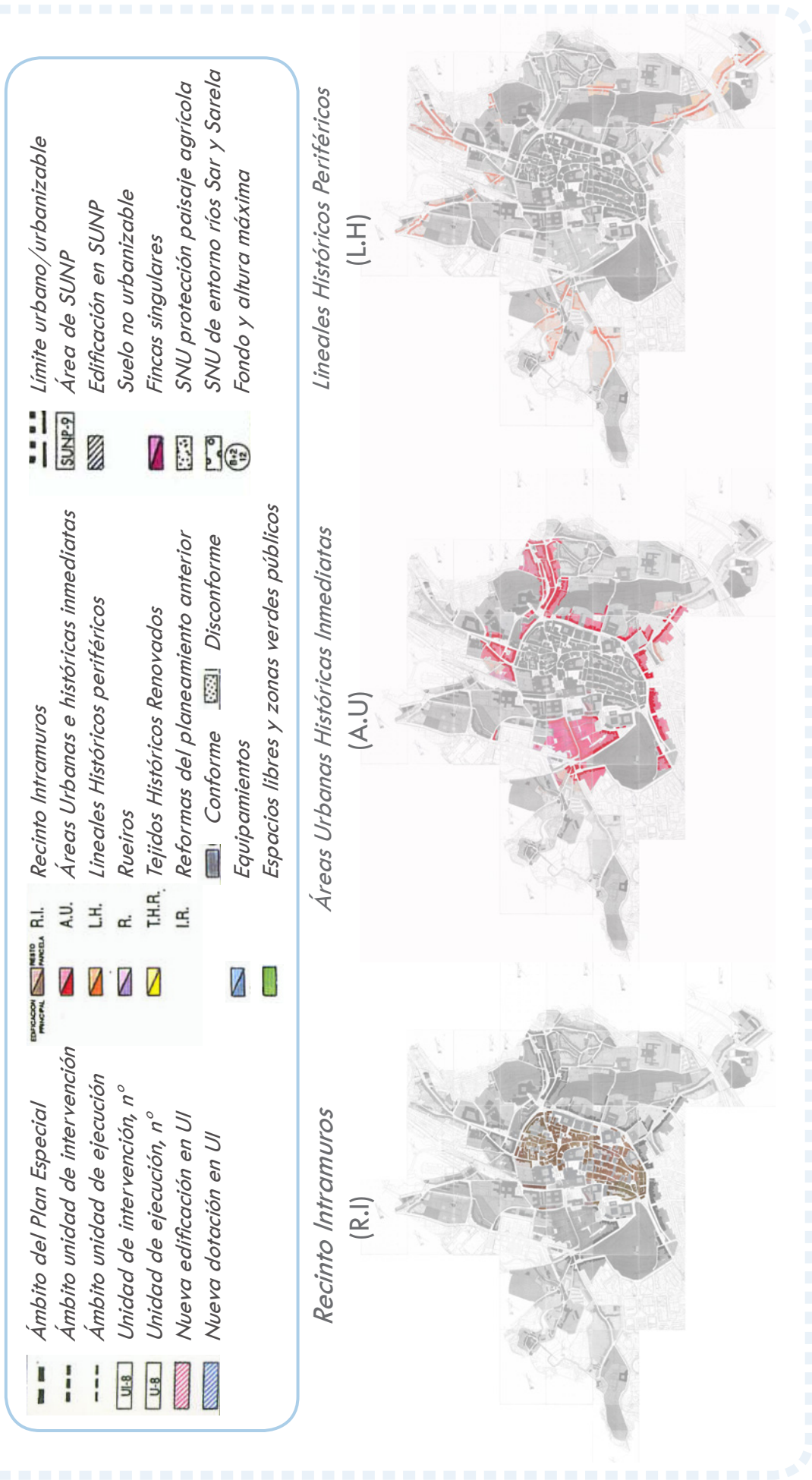
Figure 2.8 shows a simplified index of contents of the regulation, being underlined in red the aspects that are relevant for this research. The general rules applicable within the boundaries of the *Plan Especial* are summarized in *Título VI*; *Capítulo I*, with regards to specifications about building volume, and *Capítulo IV*, about hygienic conditions and habitability, will be developed in this chapter; general conditions of urban aesthetics (*Capítulo II*) will be addressed in chapter 5 (Cost and Materials) and the regulations concerning the use of buildings (*Capítulo III*) will be commented in chapter 3 (Architecture and Population). Finally, the areas of intervention and their particular regulations are defined in articles 150 to 155 (*Tomo II, Título VIII, Capítulo I*). These areas (namely *Recinto Intramuros* or R.I., *Áreas Urbanas Inmediatas* or A.U, *Lineales Históricas Periféricos* or L.H., *Rueiros* or R, *Tejidos Históricos Renovados por el Planeamiento Anterior* or T.H.R. and *Implantaciones y Reformas del Planeamiento Anterior* or I.R.) and other aspects of the *Plan Especial* are represented in figures from 2.9 to 2.12.

The area studied is located in the *Recinto Intramuros* (the name refers to the building comprised within the boundaries of the medieval city wall), where rules are more restrictive. The intention has been to address the worst case scenario, so that the solutions achieved might be extrapolated to other parts of the historic city. The regulations for this area establish conservation of the current volume and occupation coefficient, so that the position of both the main and back facades are unalterable. According to the *Plan Especial*, constructions behind the internal line established in the plans are not allowed and the rest of the plot must be designed as free private space. Those which do not have









Figures 2.9 (top), 2.10 (bottom left), 2.11 (bottom centre) and 2.12 (bottom right), After *Plan Especial* (1997)

contacto con espacios públicos, podrían cubrirse con estructuras ligeras, diáfanas y desmontables. Los marcos y otros elementos constructivos deberán pintarse en el mismo color que las carpinterías de la fachada trasera. La altura máxima del edificio vendrá definida en los planos de fachadas; se permitirá el uso de bajocubiertas por encima de esta altura máxima, mientras esté inscrito en el volumen de la cubierta (excepto en los casos considerados como disconformes en el plan, que tendrán que adaptarse a la normativa); su uso estará ligado a la planta inferior, a menos que aloje sistemas colectivos de instalaciones. Los áticos existentes, que se considerarán plantas ordinarias, podrán ser preservados si se permite en los planos de fachadas, previa adaptación a la normativa. No se autorizan los sótanos, las semisótanos y las entreplantas, salvo aquellos existentes en edificios catalogados. La distribución parcelaria actual deberá ser respetada, prohibiéndose las agregaciones y las segregaciones.

Ficha de edificio (*Rúa do Vilarn* nº 29)

Figura 2.13. Fuente: *Plan Especial* (1997)

Como se mencionó antes, el Capítulo I del Título VI regula el volumen de los edificios. Esto es especialmente relevante para esta investigación, debido al impacto crucial que tiene el volumen en el comportamiento medioambiental de las viviendas, como se vio en el capítulo anterior. Las alineaciones y las dimensiones de las fachadas de las calles, la superficie y la ocupación de las parcelas, las alturas de las casas y las cubiertas son inalterables, a menos que se especifique otra cosa en el *Plan Especial*. Sin embargo, en cuanto a la **profundidad del edificio**, se permiten alteraciones bajo ciertas circunstancias. La normativa distingue entre la profundidad de la planta baja y la de las plantas superiores. Los edificios cuya profundidad excede la definida en el *Plan Especial* se consideran “fuera de ordenación”. Aquellos a los que se les permite la ampliación deben seguir ciertas pautas: si la extensión de la trasera de la casa es de hasta 2m (AF-1), ésta puede realizarse por adición de una estructura independiente, sin alterar el edificio existente; si la extensión aumenta la profundidad del edificio más de 2m y menos de 4’5m (AF-2), los muros medianeros y la cubierta deberá prolongarse (esto implicaría la adaptación de la cubierta a la normativa en caso de que hubiera algún elemento inadecuado); por último, si la extensión es de 4’5m o mayor, la adición puede ser un volumen anexo, con creación de un patio y sin alteración de los muros medianeros o de la cubierta. Para especificaciones individuales, el *Plan Especial* utiliza fichas para cada edificio (figura 2.13), que incluye una descripción del edificio (a la izquierda), el nivel de protección, el área de intervención y las características principales (punto 1 a la derecha), los elementos bajo protección (punto 2 a la derecha) e intervenciones particulares (punto 3 a la derecha).



trees or other type of plants and are not in contact with public spaces, might be covered with light diaphanous structures that can be dismantled. Frames or other constructive elements will be painted in the same colour as the frames of the back facade. Maximum building height will be defined in the plans of facades; use of rooftops over the maximum height will be allowed, as long as it is comprised within the volume of the roof (except for the cases considered inadequate in the Plan, which will have to be adapted to the regulations); their use will be linked to the lower floor, unless it houses collective services. Existing attics, which will be considered regular floors, can be preserved if they are allowed in the plans of facades, provided they are adjusted to the regulations. Basements, semi-basements and mezzanines are not authorized, except those existing in catalogued buildings. Current plot layout must be respected, and additions and division are forbidden.

### Building Spreadsheet (*Rúa do Vilar* nº 29)

The form is titled 'PLAN ESPECIAL DE PROTECCION E REHABILITACION DA CIDADE HISTORICA DE SANTIAGO DE COMPOSTELA' and 'ORDENACION DE UNIDADES ORIENTADAS'. It contains the following sections:

- IDENTIFICACION:** Includes a map of the area and a photograph of the building.
- ANALISIS GRAFICO:** Includes a floor plan and a photograph of the building's facade.
- CATALOGACION UNITARIA:** A table with columns for 'CLASIFICACION' and 'AMBITO'. It includes checkboxes for 'MONUMENTAL', 'SINGULAR VALOR ARQUITECTONICO', 'INTERES TIPOLOGICO Y ARQUITECTONICO', and 'INTERES AMBIENTAL'.
- CATALOGACION DE ELEMENTOS:** A table with columns for 'ELEMENTOS DE CUBIERTA', 'ELEMENTOS DE PACHADA', 'ELEMENTOS INTERIORES', 'ELEMENTOS DE PARCELA', and 'ACTUACIONES PARTICULARES'. It includes checkboxes for various elements like 'CUBIERTA', 'PACHADA', 'INTERIORES', 'PARCELA', and 'ACTUACIONES PARTICULARES'.
- ACTUACIONES PARTICULARES:** A table with checkboxes for 'REHABILITACION', 'RECONSTRUCCION', 'AMPLIACION', and 'ACTUACIONES PARTICULARES'.

Figure 2.13. Source: *Plan Especial* (1997)

As mentioned before, *Capítulo I* of *Título VI* regulates buildings volume. This is especially relevant for this investigation, due to the crucial impact that volume has in the dwellings environmental performance, as seen in the previous chapter. According to it, location and dimensions of street facades, plot surfaces, occupation of surfaces, building heights and roofs are unalterable, unless there is a different specification in the *Plan Especial*. However, regarding **building depth**, some alterations are allowed under certain circumstances. The regulation establishes a distinction between the depth of the ground floor and that of the upper floors. Those buildings whose depth exceeds the one defined in the *Plan Especial* are considered 'out of regulation'. Those that are allowed to be extended are meant to follow certain rules: if the extension of the back of the house is up to 2m (AF-1), they can be achieved by additions with an independent structure without any alteration of the existing building; if the extension increments the building depth in more than 2m and less than 4'5m (AF-2), the mediator walls and the roof will be prolonged accordingly (this would imply the adaptation of the roof to the regulation in case there was any inadequate element); finally, if the extension is of 4'5m or more, the addition can be an annexed volume, **with the creation of a patio** and without alteration of mediator walls and roof. For individual specifications, the *Plan Especial* makes use of Building Spreadsheets (figure 2.13), which include building description (left), level of protection, area of intervention and main characteristics (point 1 on the right), elements under protection (point 2 in the right) and particular interventions (point 3 in the right).

## (2.2) Manzana *Rúa Nova (RN)- Rúa do Vilar (RdV)*

La parte sur de la ciudad histórica representa fielmente la estructura urbana descrita en el capítulo 1, basada en la casa gótica-mercantil. Fachadas estrechas y largos muros medianeros establecen los límites de las viviendas. De la adición de estas unidades resultan largas manzanas lineales, en dirección norte/sur. En el área noreste a la Catedral, los bloques son más irregulares y de menor tamaño; la jerarquía de las calles no es tan clara y en una misma manzana se encuentran viviendas con orientaciones muy diversas. Como muestra la figura 2.15, la tipología de manzanas lineales prevalece sobre la otra (64% de la superficie de manzanas residenciales). De estos, un 92% de la superficie corresponde a bloques orientados en dirección norte/sur, y las viviendas entre medianeras ocupan un 79%. El objeto de este estudio será la vivienda entre medianeras con orientación este/oeste, porque engloba una gran parte de los edificios residenciales.

### *As rúas de Santiago*

Figura 2.14. Modificado de Martí (1995)

El área de aproximadamente 8Ha comprendida entre la Catedral, la Porta Faxeira y la Porta da Mámoa, se denomina el ámbito de *as rúas de Santiago*, debido a la regularidad de su estructura (figura 2.14). Cuatro calles principales definen largas manzanas residenciales en dirección norte/sur. La *Rúa do Franco* y la *Rúa da Caldeirería*, caminos originarios de la ciudad, son estrechas y tienen una intensa actividad comercial y de ocio; la *Rúa do Vilar* y la *Rúa Nova* tienen mayor amplitud y son más tranquilas. Mientras que las manzanas este y oeste se estrechan en su parte meridional, el bloque central tiene una forma casi rectangular (Martí, 1995).

La forma, la orientación y la regularidad de esta manzana la hacen adecuada para esta investigación, porque facilitan el análisis medioambiental de los edificios. Los tipos de ocupantes y las características del uso residencial en esta área, debido a su situación céntrica, tienen rasgos especiales, mientras que la presencia de usos terciarios es particularmente intensa, lo que podría proporcionar algunas claves sobre su relación con las viviendas. La existencia de patios traseros o huertas revela una tipología de vivienda interesante, con características ligadas a la casa urbana y a la casa rural. Considerando estos aspectos, y siendo conscientes de las ventajas e inconvenientes que conlleva la elección de una zona concreta, esta manzana es la base sobre la que se ha desarrollado esta investigación.

### Tipologías de manzana

Figura 2.15

## (2.2) Block *Rúa Nova (RN)* - *Rúa do Vilar (RdV)*

The Southern part of the old city represents faithfully the urban layout described in chapter 1, based in the *casa gótica-mercantil*. Narrow facades and long mediator walls establish the boundaries of the dwellings. Long linear blocks, in direction North/South, are created by addition of these units. The Northeast area to the Cathedral, blocks are more irregular and smaller; street hierarchy is not so distinct, different orientations of the dwellings are found in the same block and building forms are more diverse. As presented in figure 2.15, the typology of linear blocks is prevailing (64% of the surface of the residential blocks). From those, 92% of the surface corresponds to blocks oriented North/South and mid-block houses occupy 79%. The focus of this study will be, because it encompasses a great part of the residential buildings, the mid-block house in with East/West orientation.

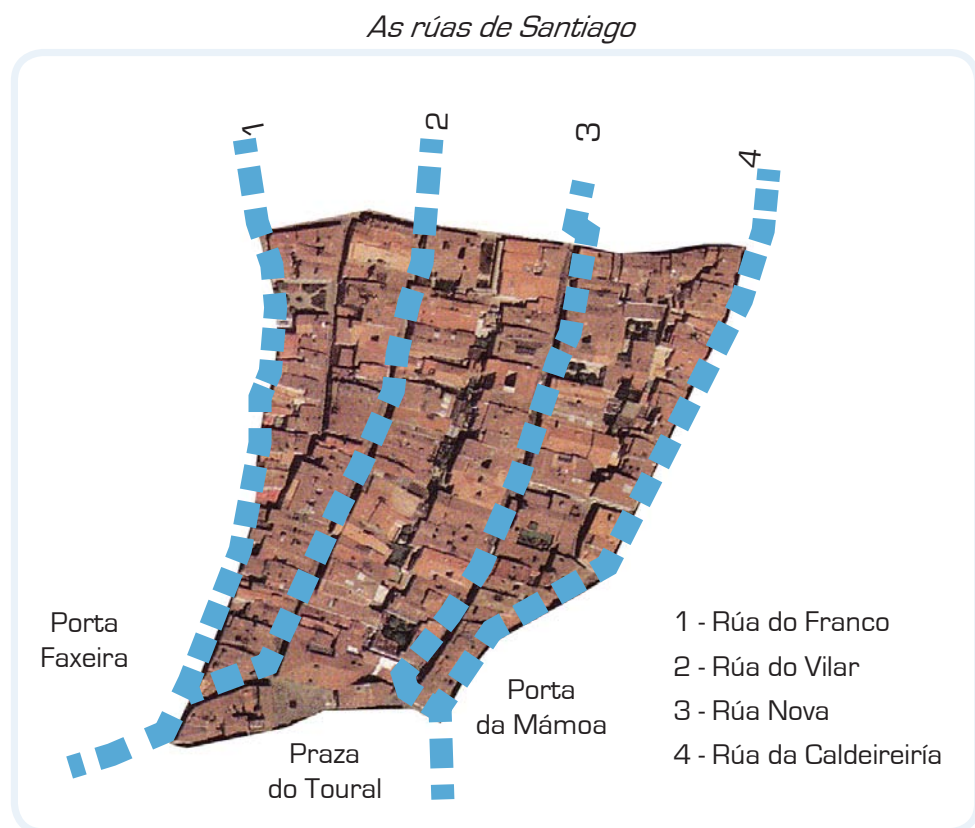
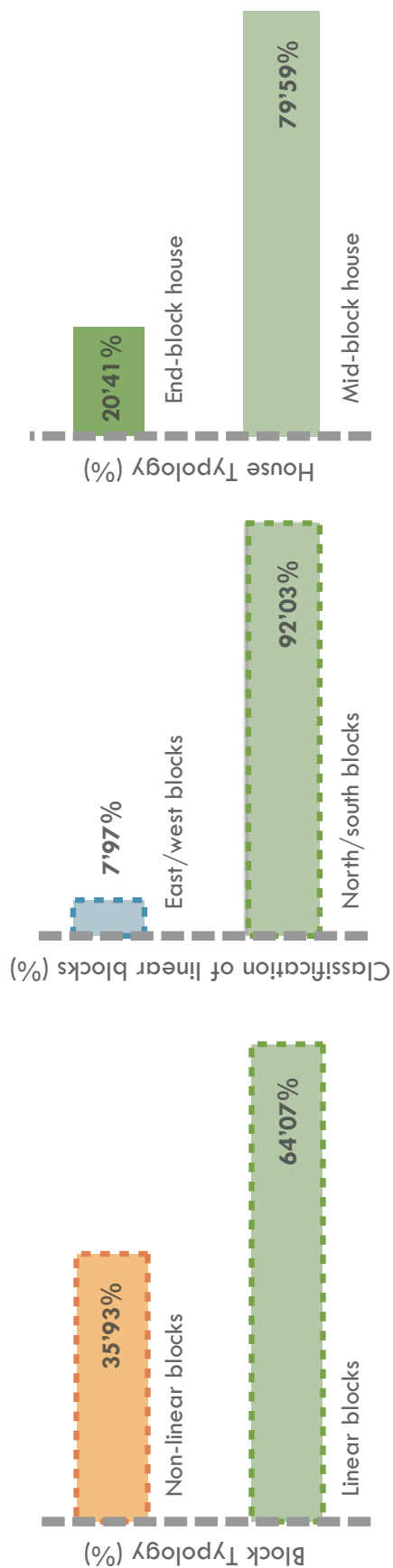


Figure 2.14. After Martí (1995)

The area of 8Ha limited by the Cathedral, *Porta Faxeira* and *Porta da Mámoa*, is called *el ámbito de las Rúas de Santiago*, due to its regular layout (figure 2.14). Long residential blocks are defined by four main streets in direction North-South. *Rúa do Franco* and *Rúa da Caldeirería*, originary pathways of the city, are narrow and have an intense commercial and leisure activity; *Rúa do Vilar* and *Rúa Nova* are wider and quieter. While the western and eastern blocks get narrower in the Southern part, the shape of central block is almost rectangular (Martí, 1995).

The shape, orientation and regularity of this block makes it suitable for this analysis, because they favour the environmental analysis of the buildings. Types of occupants and characteristics of the residential use in this area, due to its central location, has special features, while the presence of tertiary uses is particularly intense, which might give some clues about its relation with the dwellings. The existence of backyards reveals an interesting housing type, with characteristics linked to both the urban and the rural house. Considering these many aspects, and being aware of the advantages and disadvantages linked to the selection of a specific area, this block will be the basis of this research.

## Block typologies







- Block with monumental building
- Non-linear residential block
- Linear residential block (North/south oriented)
- Linear residential block (East/west oriented)
- End-block houses
- Mid-block houses

Figure 2.15

La larga manzana (cuyas dimensiones alcanzan casi 250x70m), definidas por estas dos antiguas calles, está dividido únicamente por una estrecha callejuela, llamada *ruela de Entrerrúas*. En el lado norte, el límite es la *Rúa do Bispo Xelmírez*, y en el lado sur, el *Cantón do Toural* y la *Praza do Toural*, un espacio público popular de la ciudad histórica (figura 2.22). El proceso de densificación urbana descrito en el capítulo 1.5 es claro en esta zona; en las figuras 2.16 a 2.18 puede verse que mientras en 1798 las huertas suponían aproximadamente un tercio de la superficie del bloque, en la actualidad apenas alcanzan un 15% del total. Teniendo en cuenta requisitos de iluminación natural, se ha trazado una profundidad recomendada sobre estas figuras, representada en azul claro. Se ha seguido el criterio establecido por Baker (2002), según el cual ésta puede calcularse como dos veces la altura de las casas desde cada fachada. Mientras que esta línea coincide con muchos de los límites de las huertas en 1798, solo unos pocos edificios guardan esta proporción actualmente. Es destacable que los patios que han aparecido gradualmente en estos edificios siguen esta línea azul (figura 2.18), lo cual pone en evidencia la zona más delicada de estas viviendas y el gran potencial de los patios para mejorar sus condiciones ambientales.

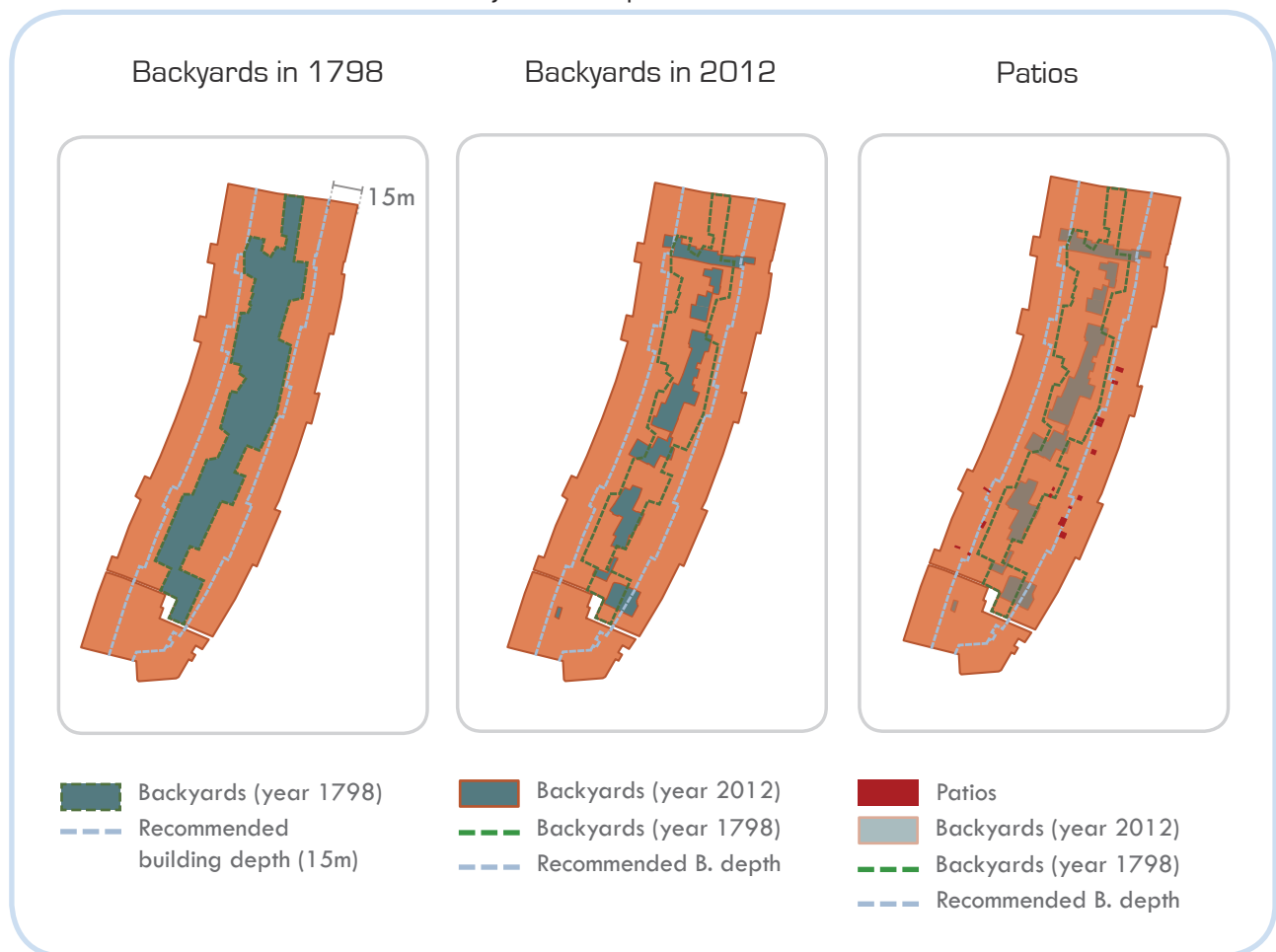
### Huertas y patios en la manzana

Figuras 2.16 (izquierda), 2.17 (centro) y 2.18 (derecha). Modificado de Martí (1995)

El caserío tradicional en Santiago es el resultado de la evolución de dos tipologías edificatorias: *a vivenda no rueiro* o casa a lo largo del camino (situada en los senderos que conectaban la ciudad con los conventos circundantes, de 4 a 7m de anchura y de 12 a 15m de profundidad y una gran huerta) y la casa medieval, situada dentro de los límites de la antigua muralla de la ciudad, de 4 a 7m de anchura y profundidad variable, y limitada por gruesas paredes de granito. La profundidad de los edificios aumentó gradualmente, mediante la ocupación de las huertas y la adaptación de los muros de granito. Las casas eran generalmente edificios sobrios que contenían el taller en planta baja, situándose la vivienda del propietario en la planta primera y en ocasiones la habitación de los aprendices en la segunda planta. Las fachadas de la planta baja eran de piedra y las de las plantas altas solían ser de madera; los muros medianeros de granito volaban sobre el nivel inferior, apoyados en grandes

The long block (whose dimensions reach almost 250x70m), defined by these two ancient streets, is only broken by a narrow passage called the *ruela de Entrerrúas*, which makes the connection between the two. In the northern side, it is limited by *Rúa do Bispo Xelmírez*, and in the southern side, *Cantón do Toural* and *Praza do Toural*, which is a popular public space of the old town (figure 2.22). The process of urban densification described in chapter 1.5 is clear in this area; in figures 2.16 to 2.18, it can be observed that while in 1798 the backyards accounted for approximately a third of the block surface, at the present moment they are less than 15% of the total. Considering daylight requirements, a recommended depth has been plotted on these figures [according to Baker (2002), it can be calculated as two times the height of the houses from each facade], represented in light blue. While this line matches many of the backyards boundaries in 1798, only a few buildings keep this proportion at the present time. It should be noticed that the patios that have gradually appeared within these buildings follow this blue line (figure 2.18), which show the weakest part of these dwellings and the great potential of the patios for improving their environmental conditions.

#### Backyards and patios in the block



Figures 2.16 (left), 2.17 (centre) and 2.18 (right). After Martí (1995)

Traditional housing in Santiago came from two building typologies: *a vivienda no rueiro* or house along the pathway (located by the pathways connecting the city to the surrounding convents, of 4 to 7m wide and 12 to 15m deep and a long backyard) and the medieval house, located within the boundaries of the old city wall, of 4 to 7m wide and variable depth and limited by thick granite walls. Building depths gradually extended, through the occupation of the backyard and the adaptation of the granite walls. The houses were generally sober buildings where the ground floor contained the workshop, being the owner's house in the first floor and sometimes the apprentices' room were in the second floor or the loft. There were masonry facades on the ground floor, being the upper floors enclosed by wooden walls;



ménsulas. El tejado tradicional, hecho de teja o piedra, era originalmente inclinado paralelamente a la calle; con el tiempo la inclinación de la cubierta pasó a realizarse de forma perpendicular, permitiendo un sistema de saneamiento más sencillo. Las escaleras, originalmente humildes, ganaron importancia cuando los edificios comenzaron a ser plurifamiliares, y se hizo necesario su uso como patios de iluminación y ventilación (Ramos et al., 2002). Como se mencionó en el capítulo anterior, la aplicación de ordenanzas neoclásicas durante los siglos XVII y XVIII produjo transformaciones sustanciales en la arquitectura residencial. Algunos de las nuevas construcciones se diseñaron como edificios colectivos (con una vivienda por planta) perdiendo la fuerte conexión entre residencia y lugar de trabajo. Habitualmente tenían dos, tres o cuatro niveles, el último a menudo añadido posteriormente. Las fachadas de madera fueron sustituidas por muros de piedra y se alinearon a la planta baja, evitando los voladizos. Se eliminaron muchos soportales para ampliar las calles, y entraron en vigor varias normativas para controlar el tamaño, forma y posición de las ventanas.

Galería (nº 13 RdV)

Figura 2.19

Soportal (nº 65 RdV)

Figura 2.20

Soportal (nº 67 RdV)

Figura 2.21

En la actualidad, la vivienda característica en esta área tiene un volumen rectangular estrecho y profundo y consta de tres o cuatro plantas y ático. Su estructura está formada por gruesos muros de granito sobre los que apoyan forjados de madera, y cubierta de teja. Los huecos son grandes, normalmente ventanas altas enrasadas al suelo, llamadas puertas-balcones. Existen dos elementos arquitectónicos especiales: la galería y el soportal. La galería es un espacio de transición creado para protección climática (figura 2.19); son originarias de las casas de las regiones costeras, siendo en un primer momento corredores exteriores de madera anexos a la fachada. En las regiones del sur, la galería era un espacio abierto, mientras que en las regiones septentrionales, se encontraba normalmente cerrada parcialmente por paredes de madera, y se utilizaba como protección de los huecos de los muros contra el viento y la lluvia. Este espacio fue cerrándose gradualmente, hasta finales del siglo XIX, cuando se generalizó su uso en la arquitectura doméstica, paralelamente al desarrollo de la industria del vidrio en Galicia. Durante las décadas posteriores, la galería se extendió rápidamente, como un elemento mediador entre el ambiente interior y el exterior (del Llano, 2006).

El soportal es también un espacio de transición característico de la arquitectura vernácula (figuras 2.20 y 2.21). Como describe Pedro de Llano (2006), eran típicos de las regiones bajo la influencia de un pequeño núcleo urbano (*vila*), donde la actividad agrícola convivía con la comercial, y los caminos se utilizaban para el comercio. El espacio entre la casa y el exterior fue ganando importancia y se desarrollaron zonas cubiertas adheridas a las fachadas, que dieron lugar a los soportales. En la *Rúa do Vilar*, se han preservado los soportales del lado oeste en su totalidad, mientras que en la parte este muchos de ellos desaparecieron (Martí, 1995). Cinco edificios de la manzana de estudio tienen galerías mirando a esta calle, situadas en los pisos superiores. En la *Rúa Nova*, donde los soportales se mantuvieron principalmente en el lado este, hay solo dos edificios con galerías visibles desde la calle.

En las próximas páginas, se hará una selección de los edificios sobre los que se centrará este estudio, de acuerdo con sus características y con su nivel de protección.

#### Manzana *Rúa Nova* - *Rúa do Vilar*

Figura 2.22. Modificado de Martí (1995)

the mediator walls overhang over the inferior level, supported by big corbels. The traditional roof, made out of tile or stone, was originally sloped with temple facing the street; it eventually evolved to a system with the slopes perpendicular to the facades, which provided a better water system. The stairs, originally humble, gained importance when the buildings started being multi-family, and it became necessary to use them as patios to illuminate and ventilate (Ramos et al., 2002). As mentioned in the previous chapter, application of neoclassical regulations in the 17<sup>th</sup> and 18<sup>th</sup> centuries caused major transformations to the residential architecture. Some of the new houses were designed as collective buildings (one dwelling per floor), losing the strong connection between residence and workplace. They usually had two, three or four levels, often the last one being added afterwards. Wooden facades were replaced by masonry walls and were aligned to the ground floor, avoiding overhangs. Many *soportales* were removed in order to widen the streets, and there was several regulations to control the sizes of the openings and windows shape and position.

*Galería* (num. 13 RdV)



Figure 2.19

*Soportal* (num. 65 RdV)



Figure 2.20

*Soportal* (num. 67 RdV)



Figure 2.21

Nowadays, the housing type in this area consists of a narrow and deep rectangular prism with three or four floors and attic. The structure is made of thick granite walls, wooden floors and tiled roof. The openings are big, usually tall windows aligned with the floor, named *puertas-balcones*. Two special architectural elements are the *galería* and the *soportal*. The *galería* is a transitional space created for climatic protection (figure 2.19); they are originary of the houses in the coastal regions, being initially external wooden corridors attached to the facade. In the southern regions, the *galería* used to be open, while in the northern regions, it was partially closed by wooden walls, and was used as a protection against wind and rain for the openings of the masonry walls. This space was gradually closed, until the end of the 19<sup>th</sup> century, when the use of the *galería* was generalised in domestic architecture, parallelly to the development of the glass industry in Galicia. During the following decades, the *galería* spread quickly, as a mediator element between the indoor and the outdoor environment (de Llano, 2006) .

The *soportal* is also a transitional space of the vernacular architecture (figures 2.20 and 2.21). As described by Pedro de Llano (2006), they were typical of those regions influenced by a small town (*vila*), where agricultural activity was shared with the commercial activity and the pathways were used for trading. The space between the house and the exterior gained importance and canopies attached to the facades were created, which eventually evolved into the *soportales*. In *Rúa do Vilar*, the *soportales* have been entirely preserved in the weastern side, while in the eastern part many of them have disappeared (Martí, 1995). Five buildings of to the block studied have galerías facing this street, located in the upper floors. In *Rúa Nova*, where the *soportales* were mainly preserved in the eastern side, there are only two houses with *galerías* visible from the street.

In the following pages the buildings of study will be selected, according to their characteristics and their level of protection.

Block Rúa Nova - Rúa do Vilar





Figure 2.22. After Martí (1995)

## 2.2.1 Selección de edificios

Como se comentó con anterioridad, este estudio se centra en los edificios residenciales entre medianeras que son objeto de menor atención por parte de las instituciones. Los edificios con nivel de protección 1 y 2 serán excluidos de este estudio. En consecuencia, la casa número 1 en la *Rúa do Vilar* (nivel 1), llamada la *casa do Deán*, los números 15, 59 y 67 de la misma calle y las casas 6, 12, 26, 36 y 44 en la *Rúa Nova* (nivel 2), destacadas en la figura 2.23, no se estudiarán en los próximos capítulos. Igualmente, edificios no residenciales (casas 3, 7-9, 17, 19, 35, 61 y 63 en la *Rúa do Vilar*, los números 16, 18-20, 34 de la *Rúa Nova*, y la casa número 3 de la *Praza do Toural*) no se incluirán en esta investigación. Finalmente, las hipótesis de estudio no son aplicables a aquellas casas que no responden al esquema de vivienda entre medianeras (números 2 y 50 en la *Rúa Nova*, la casa 61 en la *Rúa do Vilar* y el 1 y 2 en la *Ruela de Entrerrúas*), señalados en la figura 2.24.

Protección de los edificios en la manzana block *Rúa Nova - Rúa do Vilar*

Figura 2.23. Modificado de *Plan Especial* (1997)



## 2.2.1 Selection of buildings

As mentioned before, this study focuses on the mid-block residential buildings that receive less attention from the authorities. The buildings with level of protection 1 and 2 will be excluded from this study. Consequently, house number 1 in *Rúa do Vilar* (level 1), named *casa do Deán*, numbers 15, 59, and 67 in the same street and houses 6, 12, 26, 36 and 44 in *Rúa Nova* (level 2), highlighted in figure 2.23, will not be addressed in following chapters. Similarly, non-residential buildings (houses 3, 7-9, 17, 19, 35, 61 and 63 in *Rúa do Vilar*, numbers 16, 18-20, 34 in *Rúa Nova*, and house number 3 in *Praza do Toural*) will not be included in this investigation. Finally, research hypothesis are not applicable to those houses that do not correspond to the mid-block type (numbers 2 and 50 in *Rúa Nova*, house 61 in *Rúa do Vilar* and 1 and 2 in *Ruela de Entrerrúas*), as seen in figure 2.24.

Building protection in block *Rúa Nova - Rúa do Vilar*



Figure 2.23. After *Plan Especial* (1997)

Treinta y dos edificios quedan, pues, para la investigación, de los cuales diecinueve están en la *Rúa do Vilar* (a partir de ahora denominada también RdV) y trece se encuentran en la *Rúa Nova* (llamada abreviadamente RN). La mayoría de ellos están clasificados en el nivel de protección 3; seis casas tienen nivel 4 (la 23, la 25, la 27 y la 29 RdV y los números 4 y 46 RN) y hay tres no catalogadas (casa 33 RdV y 8-10 RN). Las intervenciones permitidas en estos edificios catalogados y sus elementos protegidos están detallados en fichas individuales (capítulo A.2), y resumidos en la figura 2.25. Es destacable que ninguno de estos edificios tienen protección sobre sus patios, siendo, sin embargo, un mecanismo contemplado en la normativa. La supresión y modificación de elementos inadecuados se especifican en estas fichas; hasta once casas tendrían que adaptar sus cubiertas si se realizasen intervenciones mayores en el edificio; se considera que cinco casas tienen componentes indeseados en sus fachadas; y hay tres casos en los que elementos internos se han clasificado como inconvenientes (normalmente esto hace referencia a la existencia de forjados de hormigón). Como puede verse en el plano, hay dieciséis edificios cuyas escaleras tienen nivel de protección máxima (señalados en verde); hay doce casas cuyas escaleras están parcialmente protegidas, siendo su posición y forma inalterables; y el resto aptas para modificaciones (en amarillo); en las casas nº5 RdV y nº46 RN, sólo la posición de las escaleras está protegida; por último, hay dos casos donde las escaleras no se encuentran bajo ningún tipo de protección, que corresponden a los dos edificios no catalogados.

Edificios no residenciales y edificios de extremo de manzana (excluidos de la investigación)

Figura 2.24

Edificios de investigación y elementos protegidos

Figura 2.25



Thirty two buildings are, then, left for research, out of which nineteen are in *Rúa do Vilar* (hereafter named RdV) and thirteen are located in *Rúa Nova* (from now on named RN). Most of them are classified in level 3 of protection, being six houses in level 4 (numbers 23, 25, 27 and 29 RdV and numbers 4 and 46 RN) and three non-catalogued (house 33 RdV and 8-10 RN). The interventions allowed on these catalogued buildings and protected elements are detailed on individual spreadsheets (chapter A.2), and summarized in figure 2.25. It is noticeable that none of these buildings have any kind of protection regarding its courtyards, being, however, a mechanism that is contemplated in the regulations. The suppression and modifications of inadequate elements are specified in these spreadsheets; up to eleven houses would have to adapt their roofs if major interventions were to be undertaken; five houses are considered to have undesired components on their facades; and there are three cases where internal elements are classified as inconvenient (usually this refers to the existence of concrete slabs). As it can be read in this plan, there are sixteen buildings whose stairs have the highest level of protection (highlighted in green); there are twelve houses whose stairs are partially protected, their position and form being unalterable, but the rest of them are suitable for modifications (in yellow); in houses nº5 RdV and nº46 RN, only the stairs position is protected; finally, there are two cases where the stairs are not under any type of protection, which correspond to the two non-catalogued buildings.

#### Non-residential and end-block buildings (excluded from the research)

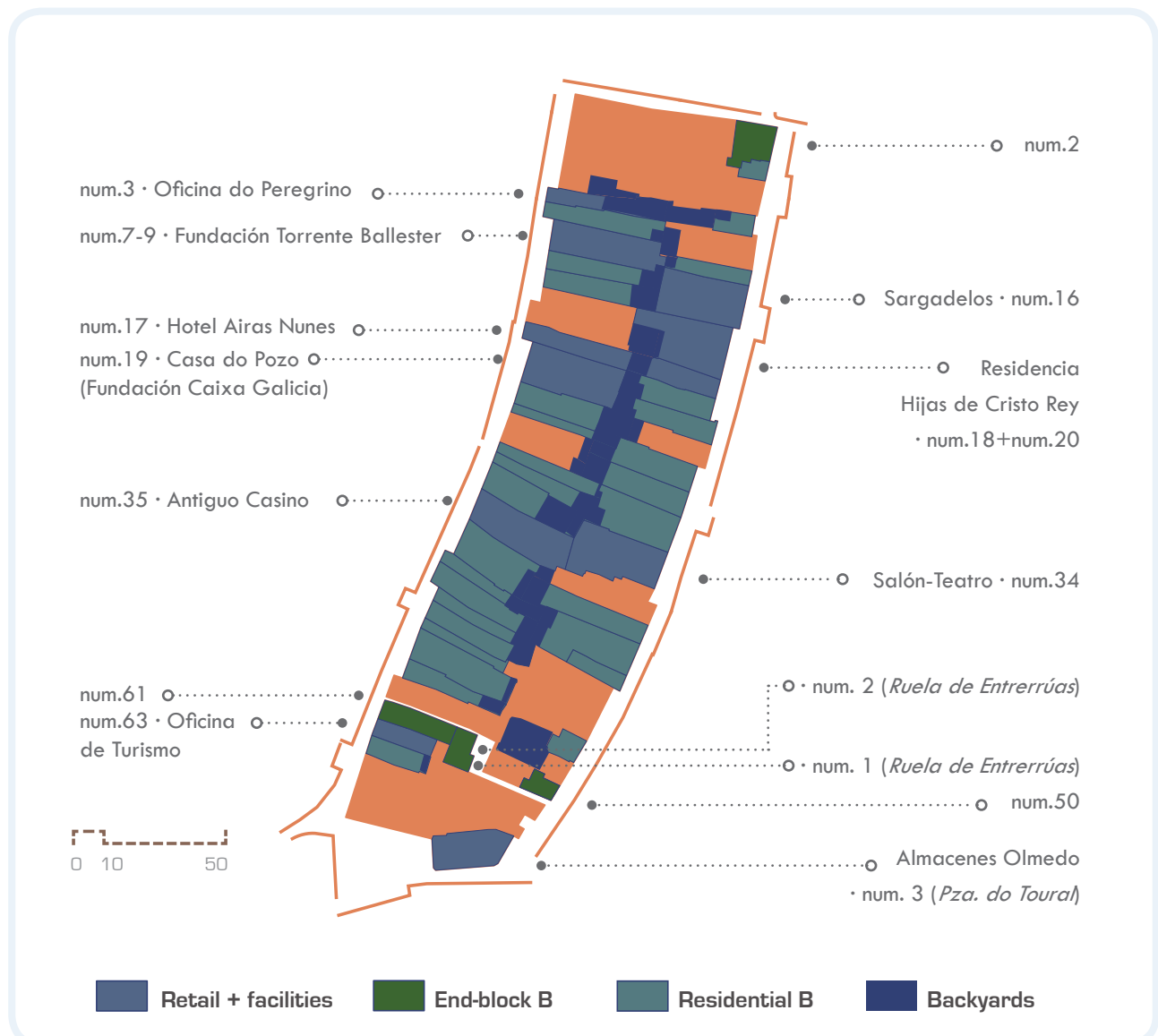
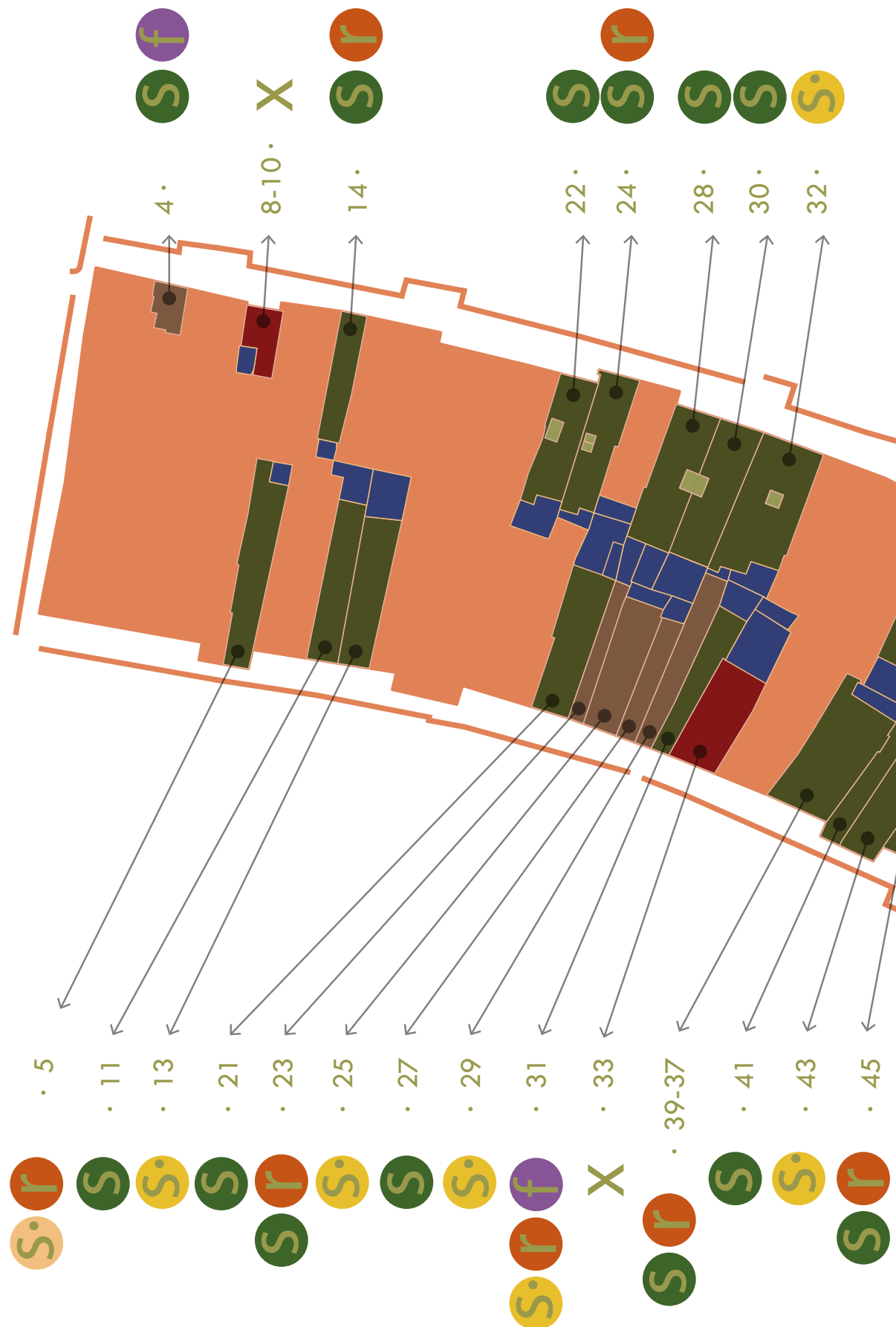


Figure 2.24

Buildings of the research and protected elements





## 2.2.2 Ocupación de las huertas

Como se ha visto previamente, ha habido un proceso gradual de ocupación de los patios traseros, mediante la extensión del edificio sobre estas áreas destinadas, en su día, a actividades agrícolas. Cambios en el escenario socio-económico de la ciudad transformaron los usos de este espacio y hoy en día, muchos de ellos son áreas de almacenamiento para los comercios situados en la planta baja o áreas de instalaciones del edificio. A lo largo del trabajo de campo realizado en la manzana, se ha observado que la ocupación de algunos patios traseros afecta no sólo a la planta baja sino también a la segunda planta de los edificios, como se ve en las figuras 2.26 a 2.32. A la izquierda, se muestran imágenes tomadas desde edificios vecinos, y a la derecha, se ha realizado un esquema de las características de estos espacios: las huertas sin ocupar se representan en verde, las ocupadas en planta baja aparecen en violeta claro y los patios traseros cubiertos a la altura de la segunda planta están sombreados en violeta oscuro.

Según lo hallado en el trabajo de campo, los casos identificados como huertas ocupadas en dos niveles corresponden a edificios en los que las plantas baja y primera no tienen uso residencial. No tienen impacto, entonces, sobre el confort de los habitantes sino sobre el de los trabajadores de los comercios afectados. Sin embargo, esta práctica cancelaría de algún modo la reversibilidad del uso comercial, ya que una vez que la fachada trasera ha sido bloqueada, parece improbable que este espacio pudiera ser usado de nuevo como vivienda.

Las extensiones de estas ya de por sí muy largas edificaciones tendrían que estar muy bien justificadas. Esta área situada entre las dos hileras de edificios, que es adyacente a las fachadas traseras y a menudo tiene mayor amplitud que las dos calles que rodean la manzana, tiene un potencial considerable para mejorar la calidad de las viviendas. Dejando a un lado la cuestionable ocupación de los patios traseros (que a menudo tiene que ver con los espacios comerciales del bloque y quedan fuera de esta investigación), la forma en la que son ocupados y los materiales utilizados puede influir en las viviendas, especialmente en cuanto al acceso solar. Junto a las razones de diseño, funcionalidad y normativa tenidas en cuenta, deberían considerarse aspectos medioambientales al abordar extensiones de estos edificios. También en favor del confort y de la calidad de los espacios comerciales, la introducción de patios podría vincularse a esta práctica como modo de compensación.

Vista de las huertas desde el edificio nº 2 *Rúa Nova* (Figura 2.26)

Vista de las huertas desde el edificio nº2 *Rúa Nova* [2] (Figura 2.27)

Vista de las huertas desde el edificio nº11 *Rúa do Vilar* (Figura 2.28)

Vista de las huertas desde el edificio nº13 *Rúa do Vilar* (Figura 2.29)

Vista de las huertas desde el edificio nº16 *Rúa Nova* (Figura 2.30)

Vista de las huertas desde el edificio nº22 *Rúa Nova* (Figura 2.31)

Vista de las huertas desde el edificio nº22 *Rúa Nova* (Figura 2.32)

Vista de las huertas desde el edificio nº32 *Rúa Nova* (Figura 2.33)

Vista de las huertas desde el edificio nº32 *Rúa Nova* (Figura 2.34)

## 2.2.2 Occupation of backyards

As seen previously, there has been a gradual process of occupation of the backyards, through extension of the buildings over those areas once used for agricultural activities. Changes in the socioeconomic scenario of the city transformed the uses given to these spaces and nowadays, many of them are storage areas for the retail located in the ground floors or service areas of the building. Through the fieldwork undertaken in the block, it has been observed that the occupation of some of the backyards involve not only the ground floor but also the first level of the buildings, as seen in figures 2.26 to 2.32. On the left, pictures taken from neighbouring buildings are shown, and on the right, a schematic classification reveals the characteristics of these spaces: free backyards are represented in green, occupied backyards at the ground level appear in light purple and backyards with two levels of occupation are coloured in dark purple.

As acknowledged from the fieldwork, the cases identified as occupied backyards in two levels, correspond to buildings where both ground and first floor have non-residential use. It does not have impact, then, on the comfort of the inhabitants but on that of the workers of the retail involved. However, this practice would cancel somehow the reversibility of the commercial use, as once the back facade has been blocked, it seems improbable that this space could ever be used as a dwelling again.

The extension of these already very deep houses ought to be very well justified. This area located between the two rows of building, which is adjacent to the buildings' back facades and often have larger width than any of the two streets, has considerable potential for improving the quality of the dwellings. Letting aside the questionable occupation of the backyards (that has to do with the commercial spaces of the block, which do not take part of this investigation) the way in which they are occupied and the materials used can have an influence on the dwellings, especially regarding their solar access. Environmental aspects should be considered, together with the design, functional reasons and regulations taken into account when addressing the extensions of these buildings. Also in favour of the comfort and quality of the commercial spaces, the introduction of patios may be linked to this practice as a method of compensation.

View of the backyards from building num. 2 *Rúa Nova*

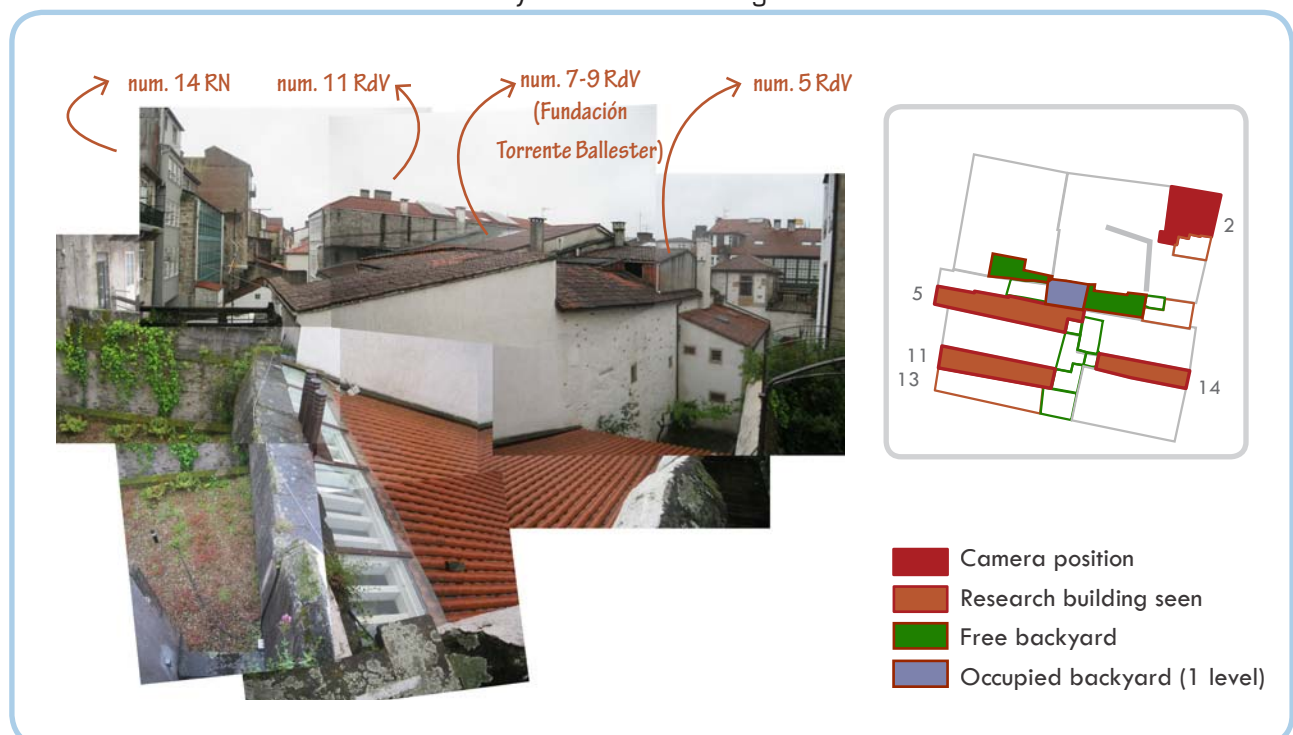


Figure 2.26

View of the backyards from building num. 2 *Rúa Nova* [2]

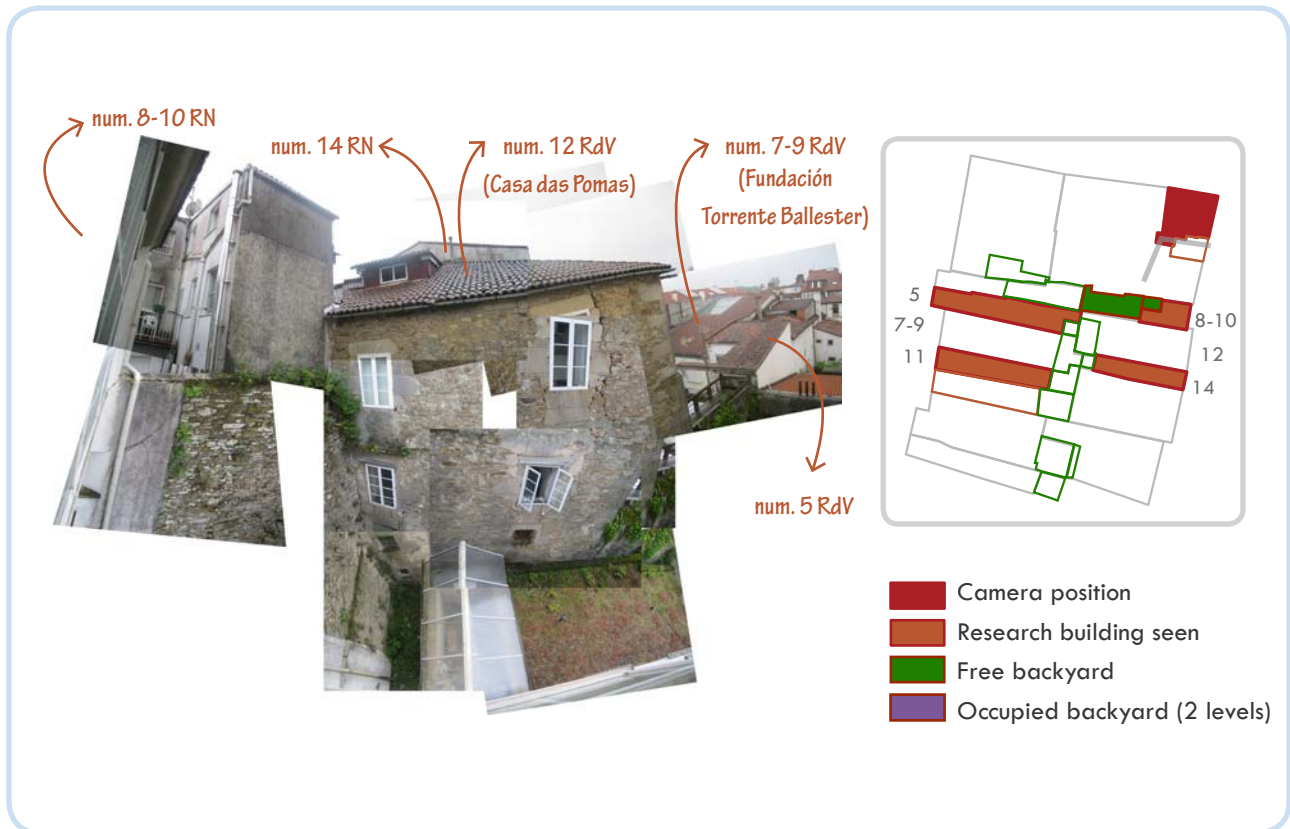


Figure 2.27

Backyards from building num. 11 *Rúa do Vilar*

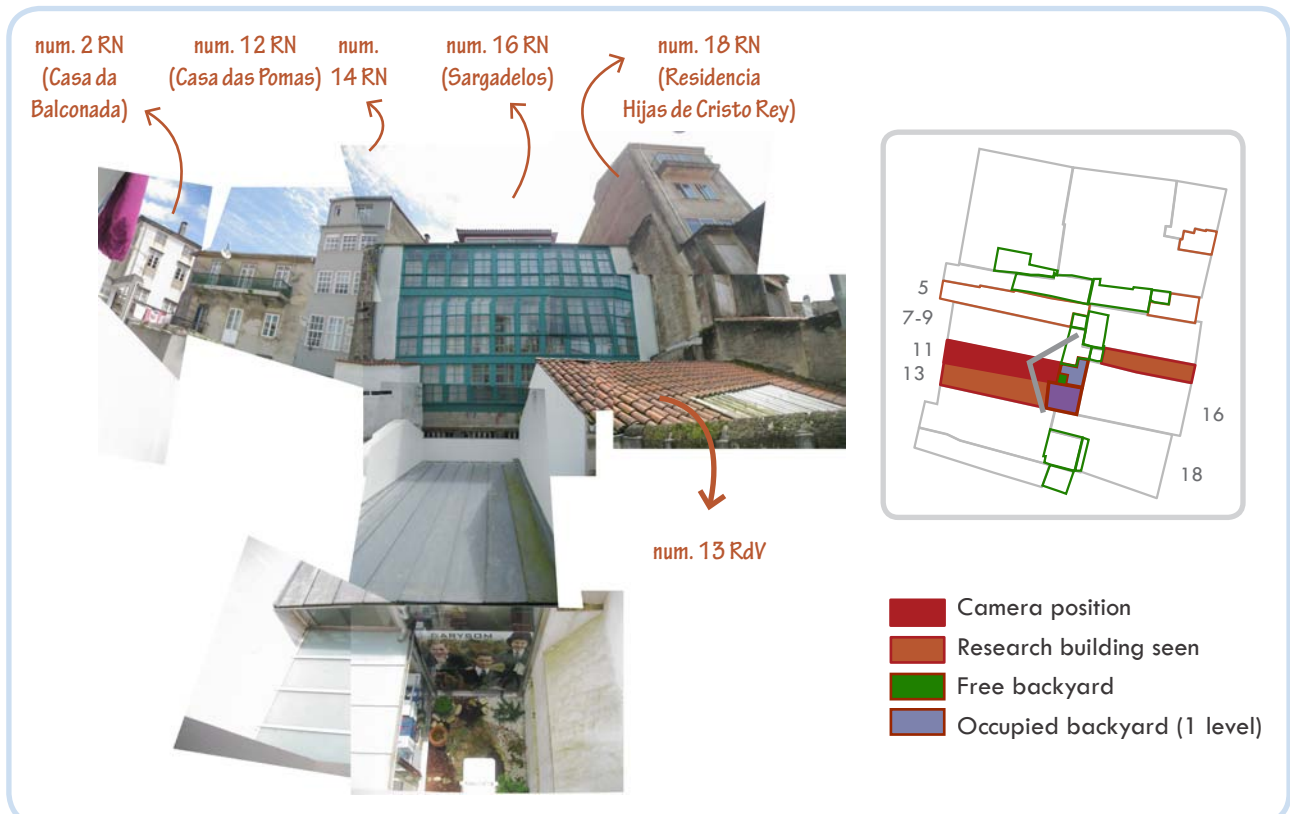


Figure 2.28



## Backyards from building num. 13 *Rúa do Vilar*

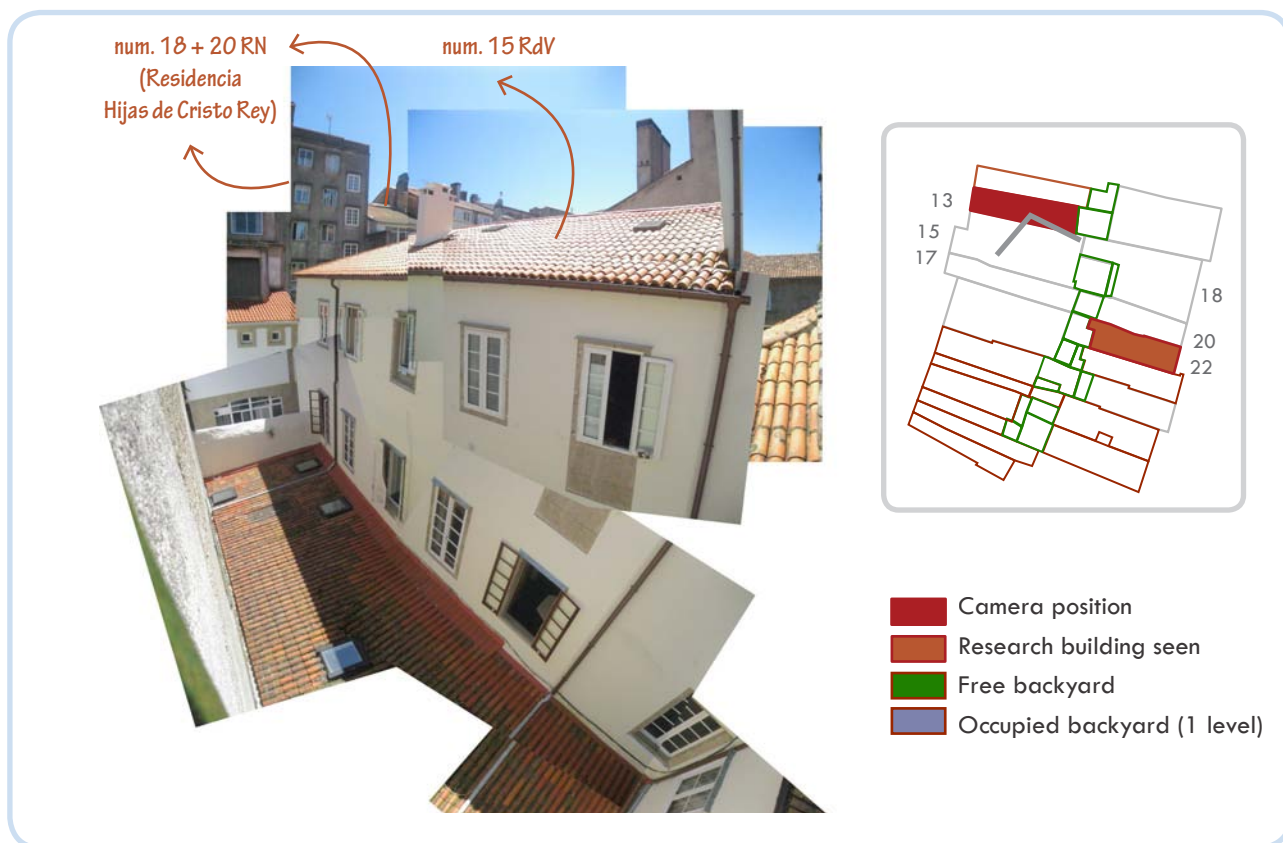


Figure 2.29

## Backyards from building num. 16 *Rúa Nova*

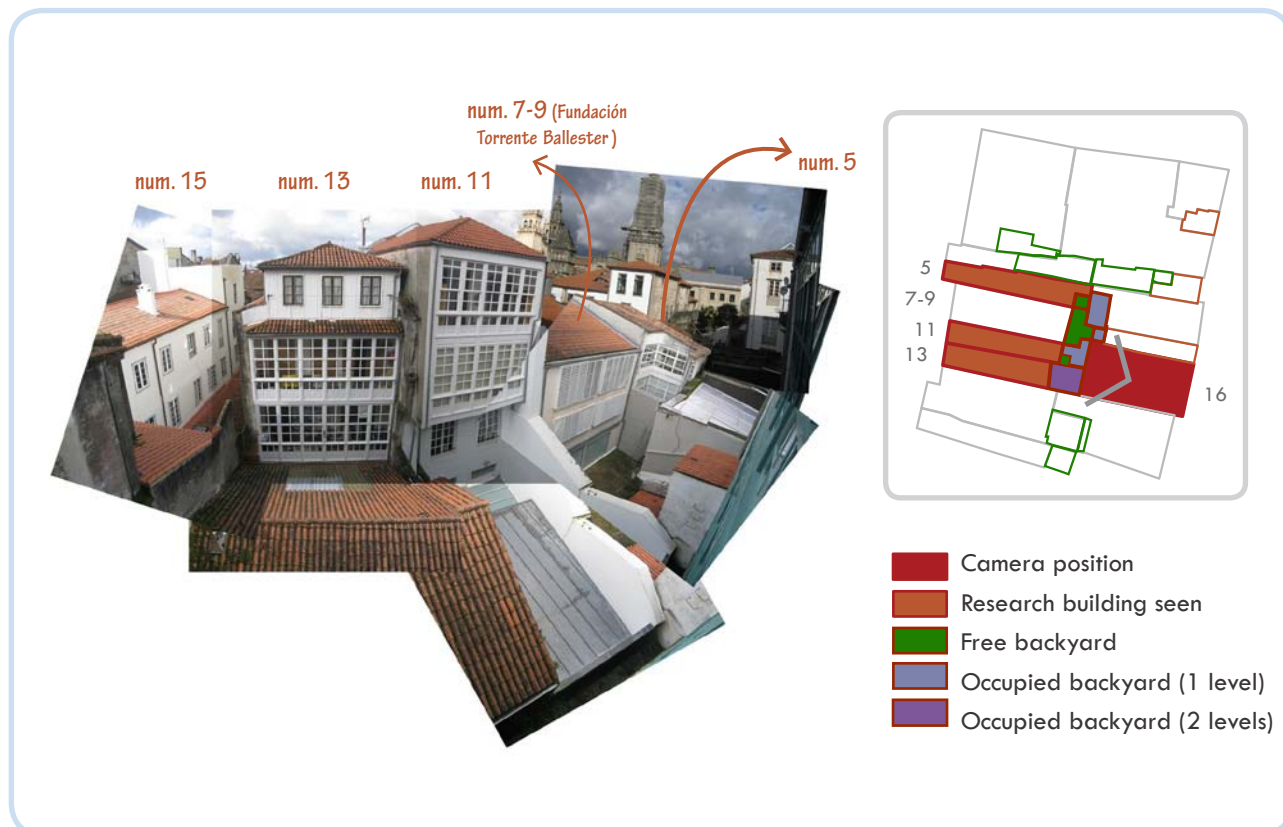


Figure 2.30

## Backyards from building num.22 *Rúa Nova*

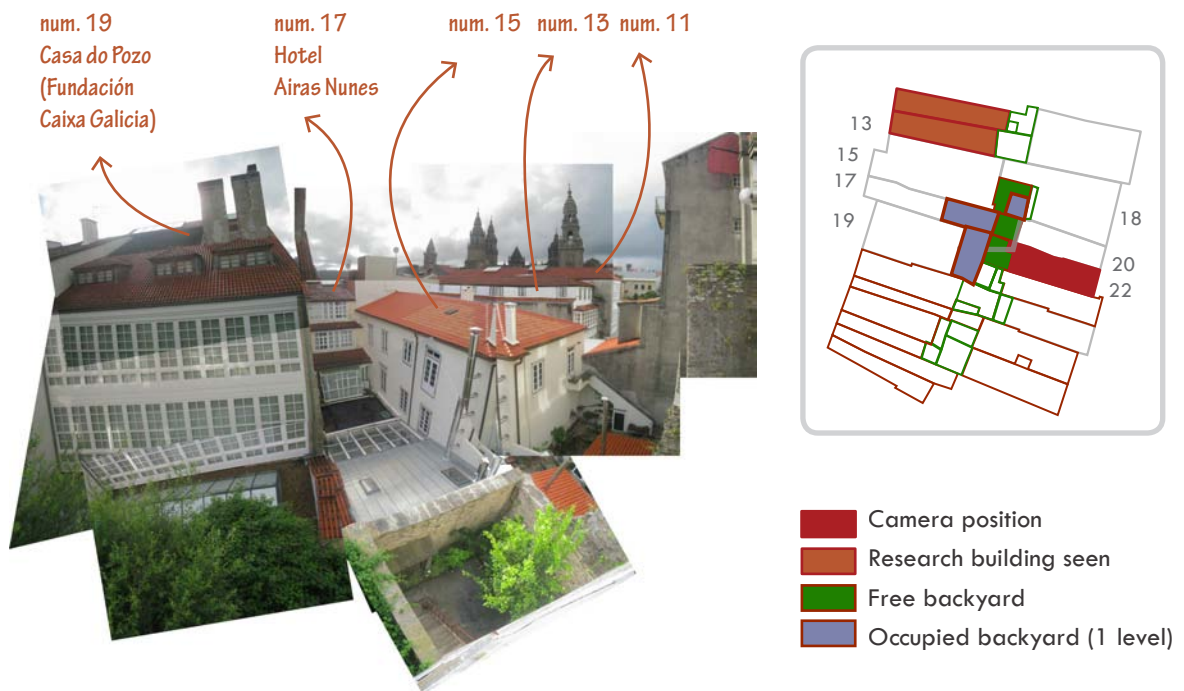


Figure 2.31

## Backyards from building num.22 *Rúa Nova* (2)

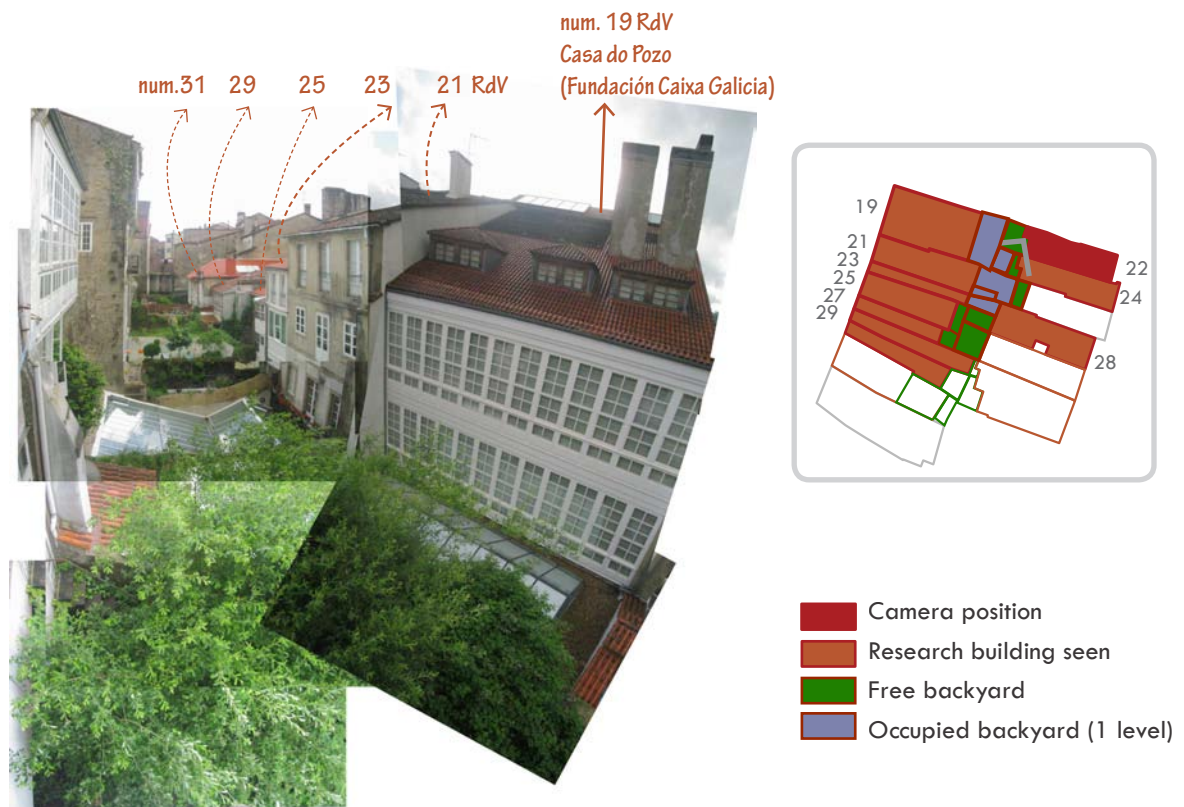


Figure 2.32

### Backyards from building num. 29 *Rúa Nova*

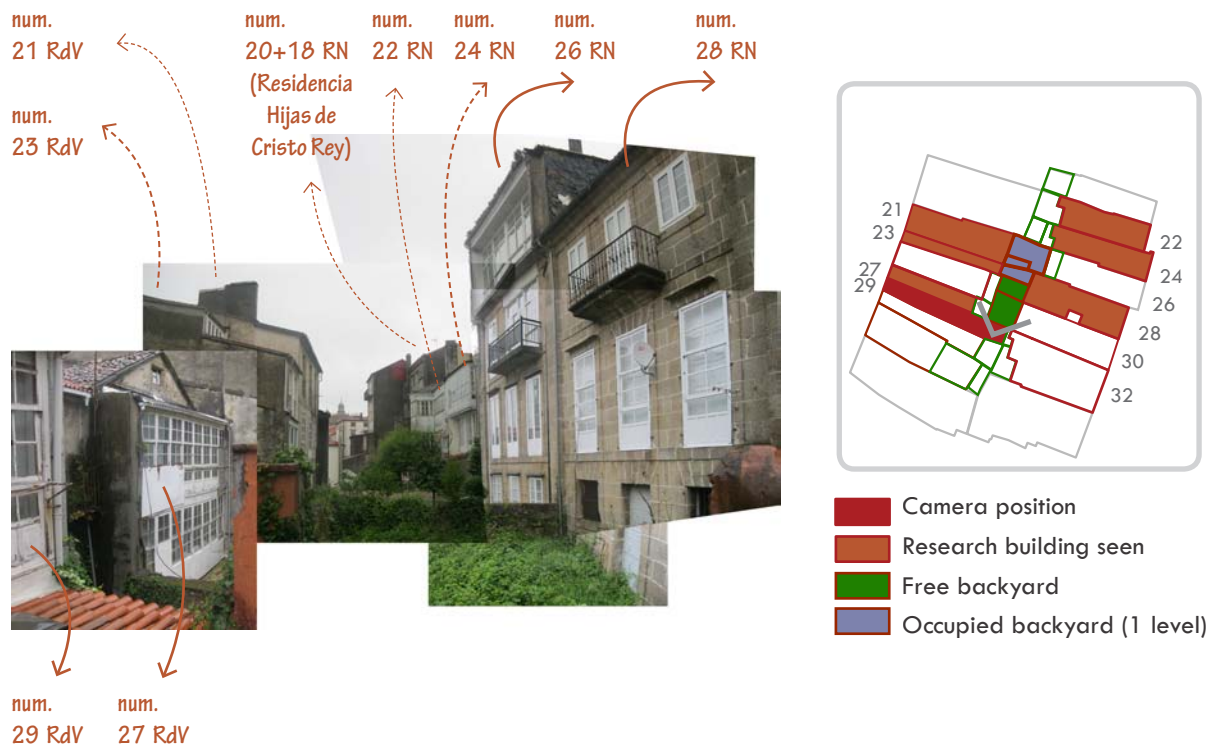


Figure 2.33

### Backyards from building num.32 *Rúa Nova*

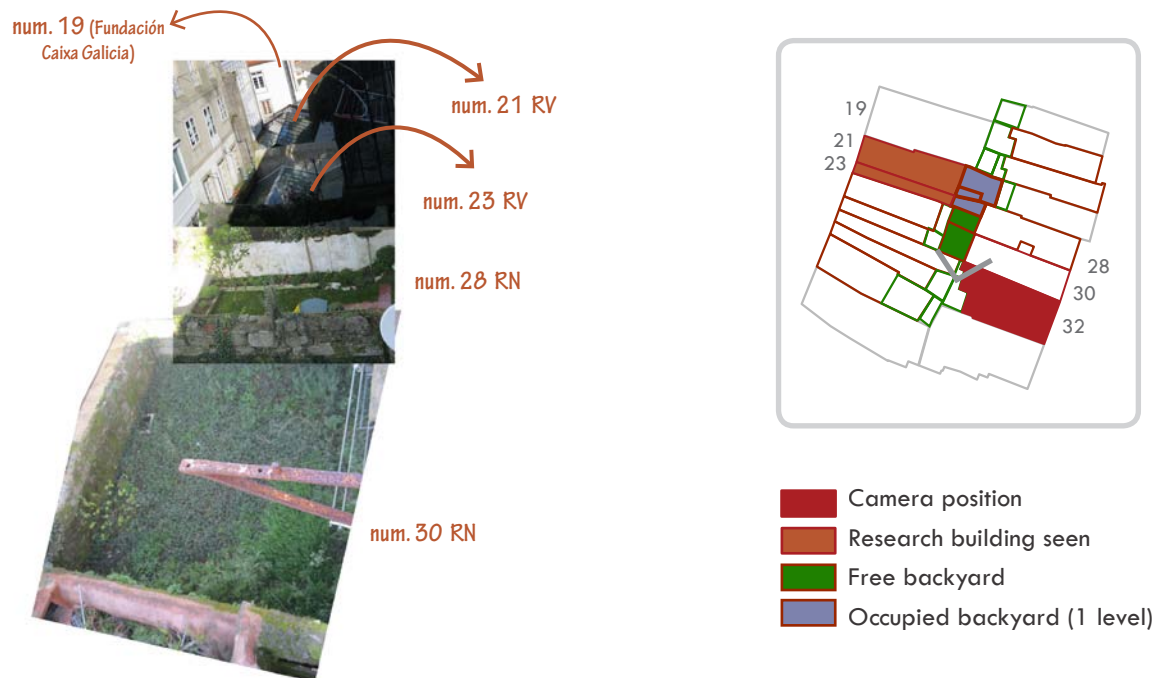


Figure 2.34



### Backyards from building num. 32 *Rúa Nova* [2]

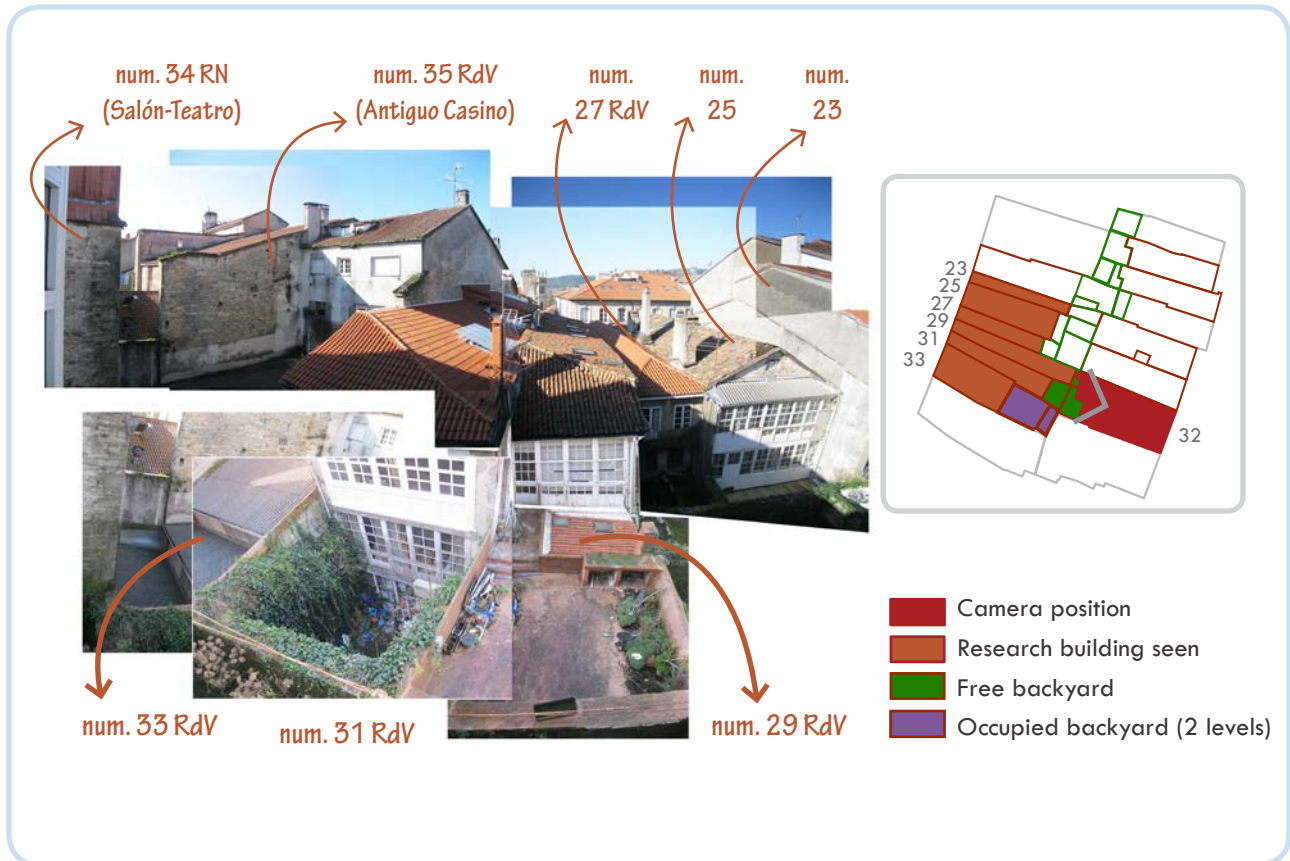


Figure 2.35

### Backyards from building num.38 *Rúa Nova*

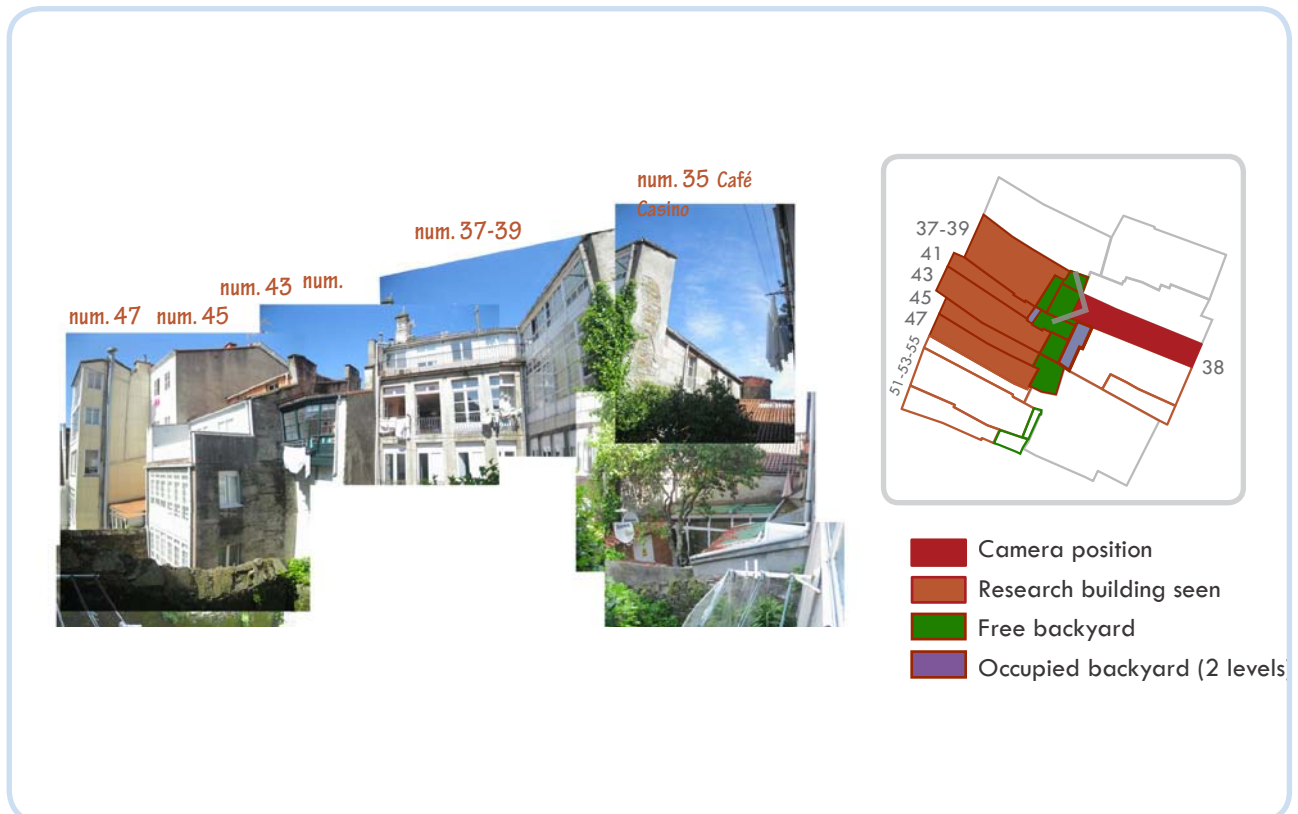


Figure 2.36

## Backyards from building num.38 *Rúa Nova* [2]

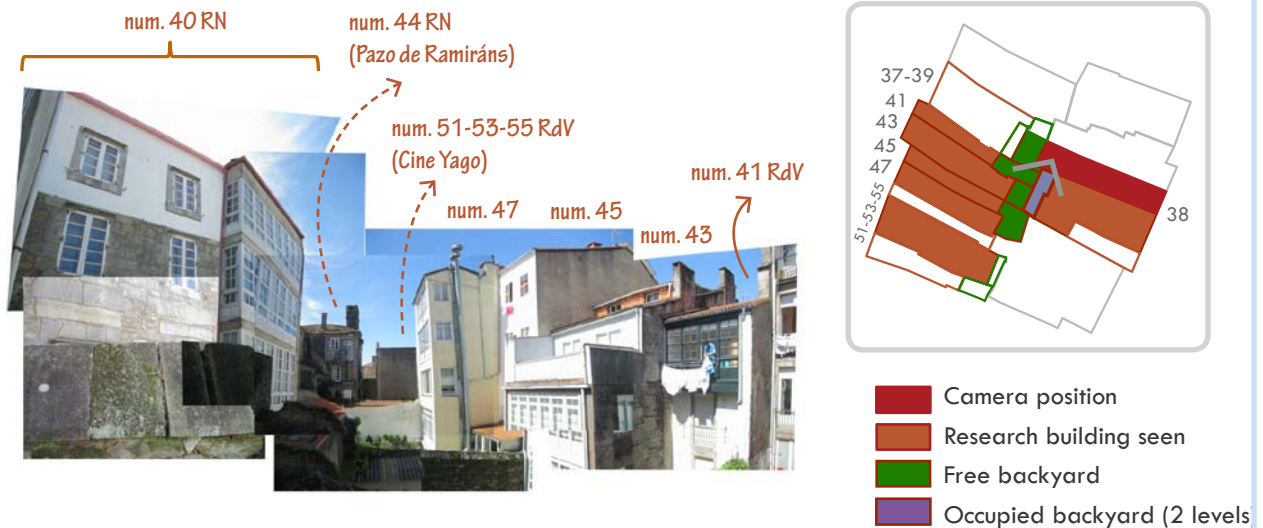


Figure 2.37

## Backyards from building num.41 *Rúa do Vilar*



Figure 2.38

### 2.2.3 Índice de obstrucción

Aunque la manzana es regular y homogénea, y los edificios siguen un patrón similar, pueden encontrarse ciertas diferencias entre ellos, que serán abordadas en los siguientes párrafos desde el punto de vista medioambiental. Generalmente, las casas en *Rúa do Vilar* son más estrechas y de menor tamaño, siendo las de *Rúa Nova* más anchas, de mayor superficie y con mayor superficie de patios. Análogamente, la ocupación de huertas es más frecuente en la primera. Además, los edificios vecinos y las variaciones en el ancho de la calle hacen mayores estas diferencias.

Con el objetivo de hacer una lectura más comprensiva de la arquitectura de la manzana, se ha desarrollado una herramienta que pone en relación la obstrucción urbana y las dimensiones de la planta del edificio. Las proporciones de la calle (definidas mediante la división de la altura de la calle entre su anchura - $r_s$ -) añadidas a las proporciones del edificio (establecidas por la relación entre la profundidad del edificio y su anchura - $r_s$ -), junto a las proporciones de la huerta (de nuevo la altura entre la anchura - $r_b$ -) resultan en el “índice de obstrucción” ( $R = r_s + r_b + r_b$ ). Esto puede dar una idea del grado de permeabilidad del ambiente interior con el exterior en cada caso.

Tabla 2.2. Índice de obstrucción en *Rúa do Vilar*

#### Índice de obstrucción

Figura 2.39



## 2.2.3 Index of obstruction

Although the block is relatively regular and homogeneous, and the buildings follow a similar pattern, certain differences can be found among them, which shall be addressed from the environmental point of view along the following paragraphs. Generally, the houses in *Rúa do Vilar* are narrower and smaller, being those in *Rúa Nova* wider, bigger and with larger surface of patios. Similarly, occupation of backyards is more frequently found in the former. On top of that, neighbouring buildings and variations in street width broaden these differences.

In order to make a more understanding reading of the architecture of the block, a tool considering urban obstruction and building narrowness has been developed. The street proportions (defined by the division of street height by its width - $r_s$ -) added to the proportions of the building plan (established by the relation between building depth and width - $r_b$ -), together with the backyard proportions (again height between width - $r_b$ -) result in the 'index of obstruction' ( $R = r_s + r_b + r_b$ ). This can give an idea of the level of permeability between indoor and outdoor environment in each case.

Table 2.2. Index of obstruction in *Rúa do Vilar*

house number	street width [ $w_1$ ] -meters-	depth [D] -meters-	street ratio [ $r_s = h_s / w_s$ ]	building ratio [ $r_b = D / W$ ]	backyard ratio [ $r_b = h_b / w_b$ ]	obstruction I [ $O = r_s + r_b + r_b$ ]
num. 5	2'64	40'01	5'23	8'10	2'57	15'90
num. 11	6'34	31'01	2'13	5'13	1'91	9'17
num. 13	6'50	28'81	1'68	4'74	1'51	7'93
num. 21	6'35	28'21	2'05	3'82	0'98	6'85
num. 23	6'15	27'85	2'11	9'13	1'68	12'92
num. 25	5'87	25'78	2'21	3'85	1'38	7'44
num. 27	5'34	24'52	2'43	6'47	1'23	10'13
num. 29	x	35'28	x	10'53	6'84	x + 17'37
num. 31	5'68	29'99	1'63	8'28	1'38	11'29
num. 33	5'70	10'55	1'81	1'12	1'01	3'94
37-39	6'15	24'15	2'20	1'92	1'55	5'67
num. 41	3'31	26'00	4'57	6'30	1'07	11'94
num. 43	2'78	32'63	3'45	4'61	1'74	9'80
num. 45	6'06	29'06	1'57	6'13	1'97	9'67
num. 47	9'93	30'32	0'94	4'77	2'56	8'27
num. 49	6'01	30'79	1'73	8'58	-	10'31
51-53-55	6'16	33'48	1'69	3'09	8'02	12'80
num. 57	6'58	28'44	2'07	4'23	1'21	7'51
nº 65	4'79	18'37	1'95	2'94	4'16	9'05

Highest I
  Lowest I
  With patio
  With side windows
  Only 1 facade
  x Facing cross road

## Index of obstruction (O)

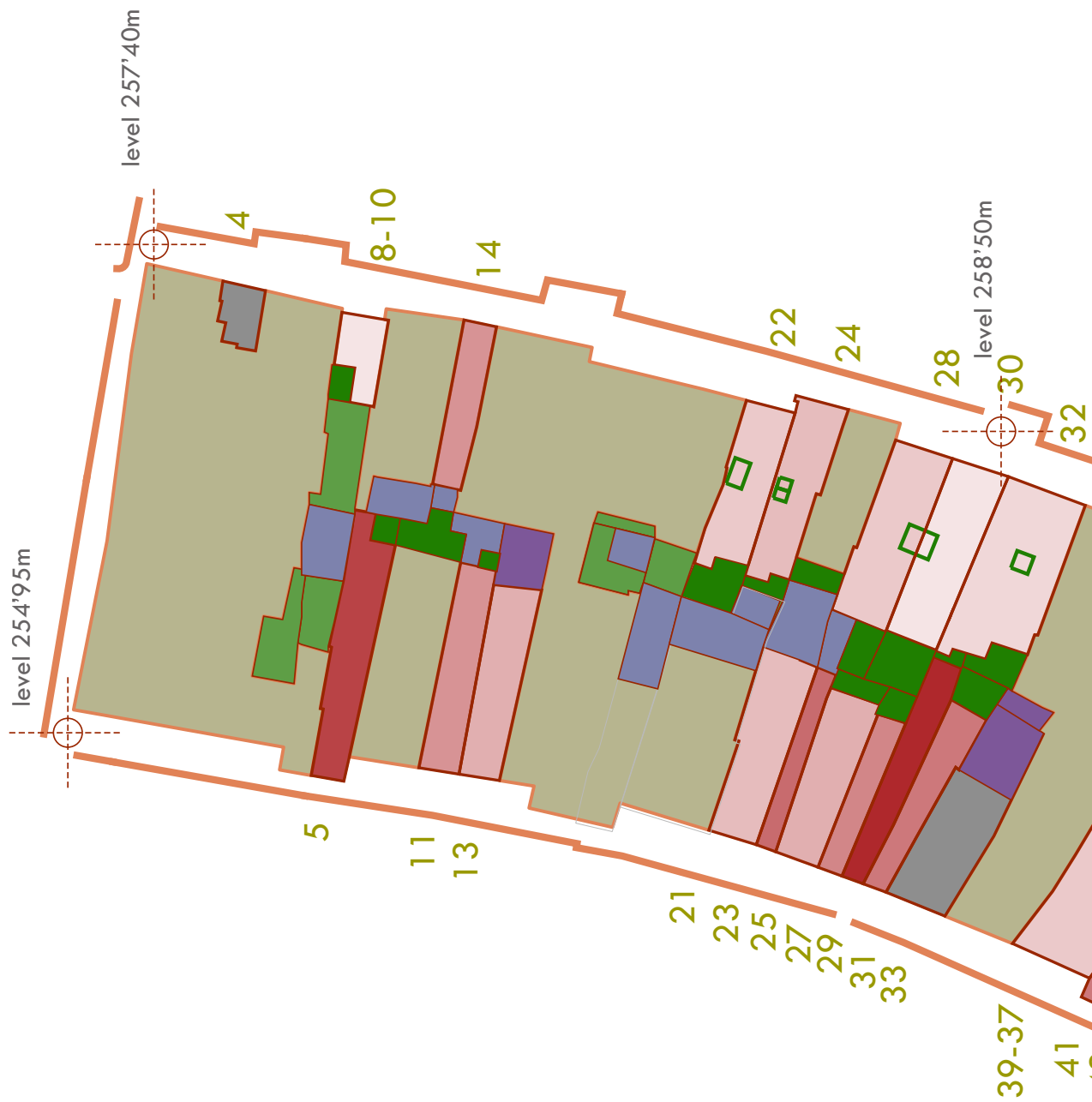




Figure 2.39

Estos cálculos están representados en la figura 2.23 y aparecen detallados en las tablas 2.2 y 2.3. Se han considerado las diferencias de cota de las calles, que se muestran en la figura 2.36. En la mitad sur de la manzana, *Rúa Nova* está aproximadamente 3m más elevada que *Rúa do Vilar*. Esta diferencia de cota es mayor de 5m en la mitad norte, lo que aumenta la obstrucción sobre esta calle.

Aplicando este criterio a los edificios en *Rúa do Vilar*, la casa número 29 sería el escenario más desfavorable, siendo el número 37-39 el más favorable. Dos edificios, el número 33 y el 49, representados en gris, tienen las fachadas traseras parcialmente bloqueadas. Sólo las casas 5 y 13 (en azul) tienen ventanas en el lado largo del edificio, mirando a un edificio adyacente de menor altura, y por tanto obteniendo luz solar en el área central de la vivienda. Por último, la casa 47 y la casa 57 tienen patios interiores.

#### Cálculo del índice de obstrucción

Figura 2.40

Los edificios 14 y 30 serían el peor y el mejor, respectivamente, en *Rúa Nova*. Los números 4 y 42 están totalmente bloqueados en su parte posterior, y siete edificios en esta calle tienen patios. Los casos que no están situados frente a una calle sino a un cruce, tienen mejores condiciones, y aparecen marcados con una “x”. Las medias de cada calle muestran claramente las diferencias que existen entre las dos: 9'98 sería el valor del “índice de obstrucción” en la *Rúa do Vilar* y 5'39 el de la *Rúa Nova*. Es destacable que la número 29RdV es casi dos veces peor que la casa 14RN (que son los casos más desfavorables de cada calle).

Podrían realizarse algunas comparaciones para comprobar la relevancia de cada parámetro. La influencia las proporciones de la calle es evidente al analizar las casas 41 y 45 RdV; las dimensiones de las plantas son bastante similares (ratio de edificio de 6'30 y 6'13, respectivamente) pero difieren en ancho de calle, debido a la presencia de soportales; aunque la proporción del espacio trasero es más favorable en la casa 41, el índice resultante es más de un punto superior que el del número 45.

These calculations are represented in figure 2.39, explained in figure 2.40 and detailed in tables 2.2 and 2.3. Street level differences have been considered, and they are shown in figure 2.36. In the southern half of the block, *Rúa Nova* is approximately 3m higher than *Rúa do Vilar*, reaching the level of difference more than 5m in the northern half, which increases the obstruction over this street.

In *Rúa do Vilar*, house number 29 would be the worst scenario, being number 37-39 the most favourable one; two buildings, number 33 and 49, represented in grey, have their back facades partially blocked; only houses 5 and 13 (in blue) have windows on the long side of the building, overlooking a lower adjacent house, thus getting sunlight in their central area of the dwelling; finally, house 47 and house 57 have patios.

#### Calculation of the index of obstruction

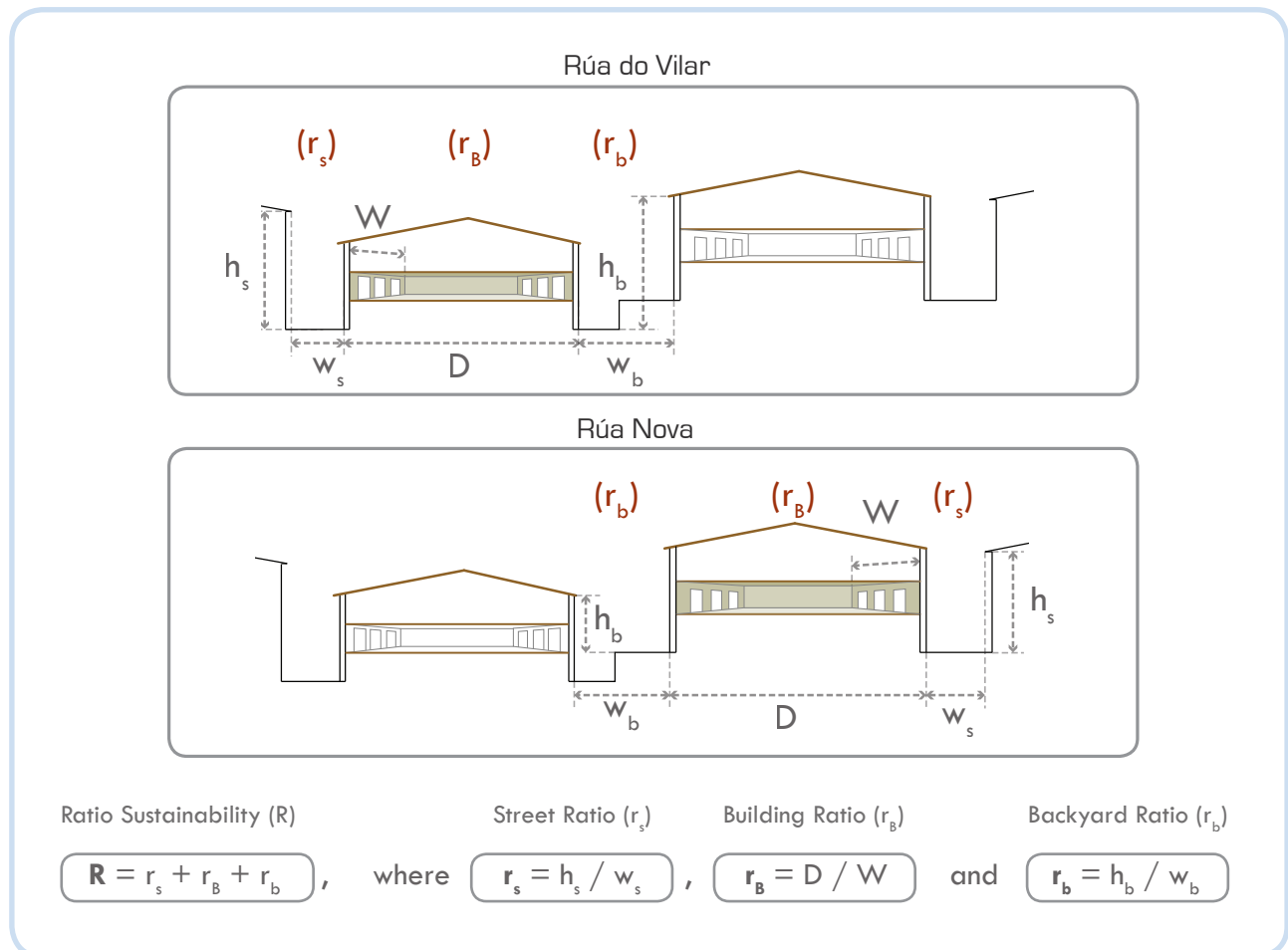


Figure 2.40

Buildings 14 and 30 would be the best and the worst, respectively, in *Rúa Nova*. Numbers 4 and 42 are totally blocked at the back, and seven buildings in this street have patios. Those cases that are not facing a street but a cross road, have better conditions, and are marked with an 'x'. The averages of each street show clearly the differences between the two streets, 9'89 would be the value of the 'index of obstruction' in *Rúa do Vilar* and 5'39 the one in *Rúa Nova*. It is noticeable that number 29 is almost two times worst than house 14 (these are the most unfavourable cases of each street).

Some comparisons might be drawn to test the relevance of each parameter. The influence of the street proportions is evident when looking at houses 41 and 45 RdV; the dimensions of their plans are rather similar (building ratios of 6'30 and 6'13, respectively) but they differ greatly in street width, due to the presence of *soportales*; even if backyard ratio is more favourable in house 41, its resultant index is more than one point more than that of number 45.

Tabla 2.3. Índice de obstrucción en *Rúa Nova*

Los números 14 y 38 RN muestran el impacto de la obstrucción de los edificios opuestos. Aunque tienen ratios de edificio similares (5'02 and 5'29, respectivamente) y las diferencias en la anchura de la calle no son grandes, el índice de obstrucción del primero es un punto mayor que el del segundo. Esto se debe a la altura de los edificios del entorno, lo que se manifiesta en los ratios de calle (2'76 y 1'82, respectivamente).

Diferencia de cota entre las calles

Figura 2.41



Table 2.3. Index of obstruction in *Rúa Nova*

house number	street width ( $w_s$ ) -meters-	depth ( $D$ ) -meters-	street ratio ( $r_s = h_s/w_s$ )	building ratio ( $r_b = D/W$ )	backyard ratio ( $r_b = h_b/w_b$ )	obstruction I ( $O = r_s + r_b + r_b$ )
num. 4	5'99	9'23	2'04	1'42	-	3'46
8-10	6'53	12'99	1'78	1'83	0'16	3'77
num. 14	4'22	24'90	2'76	5'02	1'24	9'02
num. 22	6'98	23'58	1'55	3'15	1'18	5'89
num. 24	4'43	20'61	2'44	2'57	1'12	6'13
num. 28	7'08	27'44	2'02	3'08	0'37	5'47
num. 30	x	27'72	x	3'18	0'31	x + 3'49
num. 32	5'69	26'96	1'70	2'21	0'43	4'34
num. 38	5'35	35'11	1'82	5'29	0'99	8'1
num. 40	4'49	28'91	2'10	2'55	0'94	5'59
num. 42	4'16	19'65	3'33	3'55	-	6'88
num. 46	6'02	10'71	2'17	1'30	0'65	4'12
num. 48	5'96	8'38	2'28	0'95	0'60	3'83

Highest I
  Lowest I
  With patio
  With side windows
  Only 1 facade
  x Facing cross road

Numbers 14 and 38 RN show the impact of neighbouring obstruction. Although they have similar building ratios (5'02 and 5'29, respectively) and differences in street width are not high, the index of obstruction of the first one is one point more than the second one. This is due to the height of the surrounding buildings, which is evident when looking at their street ratios quite different (2'76 and 1'82, respectively).

### Ground level difference

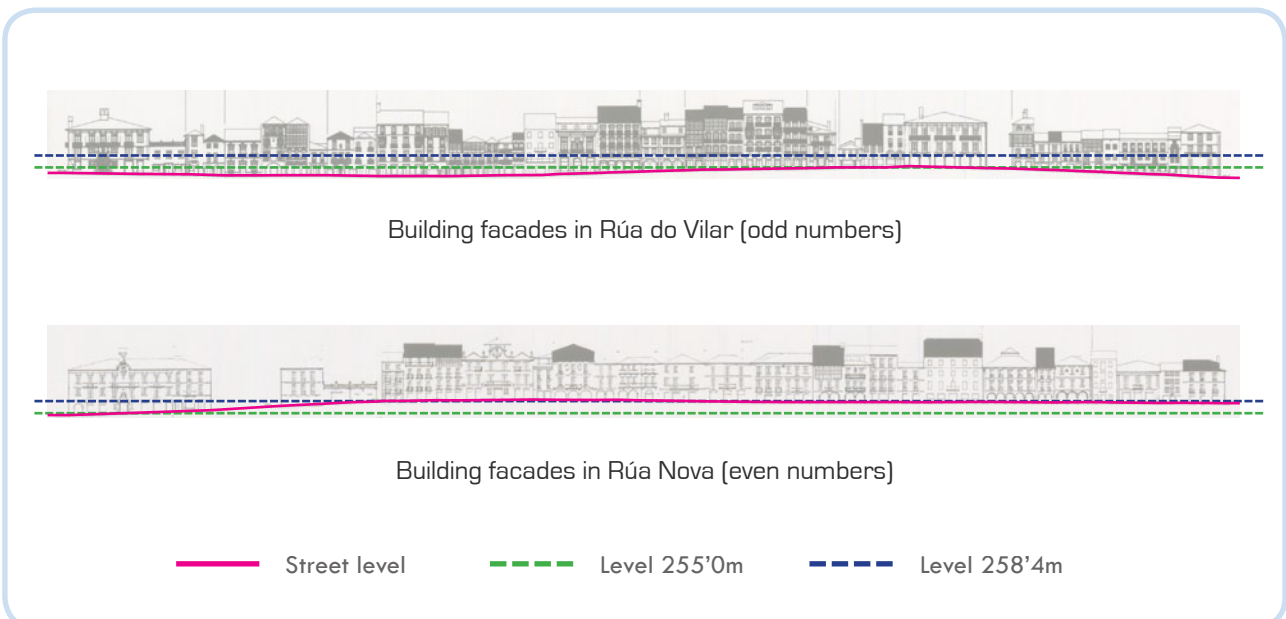


Figure 2.41

## 2.2.5 Casa representativa

Como caso base para este estudio, se ha definido una casa representativa (figura 2.37), cuyas dimensiones coinciden con las dimensiones medias de los edificios de la manzana. Debido a que estos edificios siguen un patrón muy similar, se ha considerado adecuado utilizar esta metodología para definir un caso base, que se utilizará para desarrollar el estudio medioambiental. El volumen obtenido representará la totalidad de las casas de esta manzana, de modo que el análisis medioambiental realizado sobre ella y los hallazgos principales de la investigación puedan ser de utilidad al resto, una vez consideradas las particularidades de cada vivienda.

Casa representativa (caso base)

Figura 2.41

### 2.3.5 Representative house

A representative house (figure 2.37) has been defined as a base case for this study, whose dimensions coincide with the average dimensions of the buildings in the block. Due to the similar pattern followed by the buildings, this methodology has been considered appropriate to define a Base Case, which will be used to develop an environmental analysis. The volume obtained, aims to represent the houses in the block, so that the main findings of the research may be of use to all of them, once taken into account the special features of each dwelling.

Representative house (Base Case)

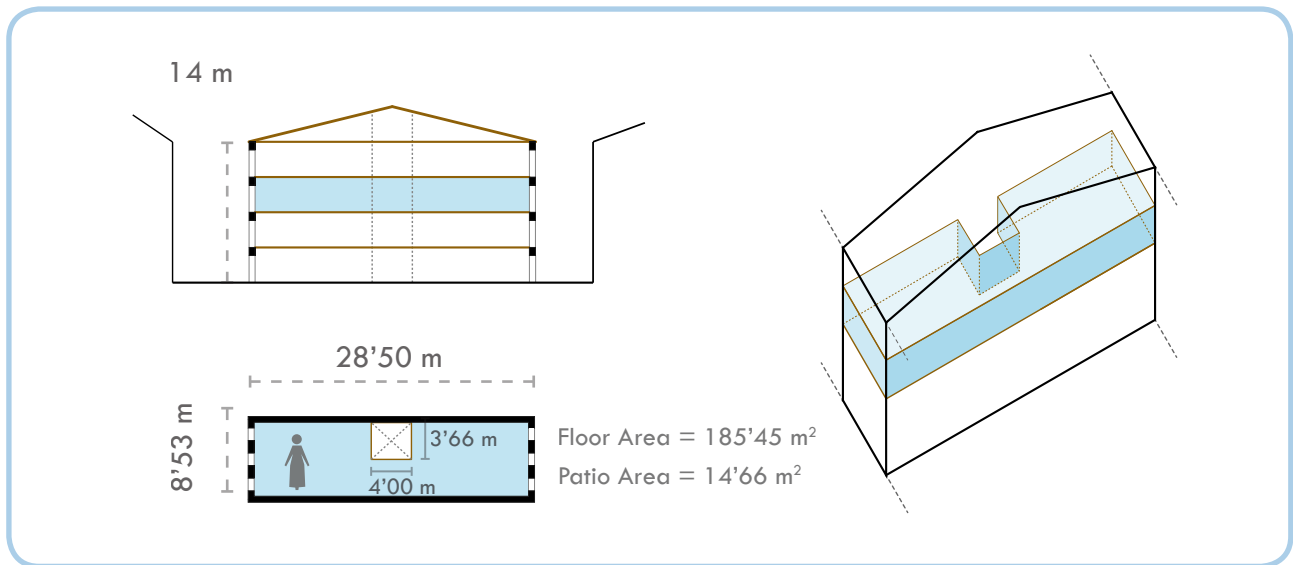


Figure 2.41

## (2.3) Patios

Se han identificado trece patios y veintiocho lucernarios de tamaños variables, como puede verse en la figura 2.43. Según el trabajo de campo y el análisis de los planos, algunos de ellos parecen haber sido introducidos tras un diseño cuidadoso, como en el edificio n° 32 RN, donde el patio está situado en el centro de la casa, es independiente de la escalera y los faldones de la cubierta se encuentran orientados de acuerdo a su posición. O en los casos de los edificios 30 y 28 RN y 41 y 43 RdV, donde dos casas comparten el mismo patio, alcanzando mejores condiciones con una superficie menor de pérdida de calor. Otras casas sugieren la preexistencia de dos volúmenes, separados por un patio, como en el n° 38 RN (debido a la forma de la cubierta) o la casa 22 RN (de acuerdo con las paredes interiores de piedra). Sin embargo, la mayoría de los patios aparecen como una evolución del núcleo de la escalera, en busca de mejores condiciones de iluminación y ventilación.

“A cuberta dos edificios en Santiago ten un amplo potencial de mellora das condicións de iluminación e ventilación das vivendas. A maior dificultade preséntaa o levar esa luz e aire ata as plantas máis baixas, e a escaleira é tradicionalmente o patio adecuado para cumprir ese papel, xa que a súa localización no centro da planta faina especialmente idónea. A transformación da vivenda individual en colectiva foi tan incompleta en Santiago que as escaleiras teñen aínda un carácter moi forte como espacio interior.” (Ramos et al., *A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación*, 2002)

[La cubierta de los edificios en Santiago tiene un amplio potencial de mejora de las condiciones de iluminación y ventilación de las viviendas. La mayor dificultad la presenta el llevar esa luz y aire hasta las plantas más bajas, y la escalera es tradicionalmente el patio adecuado para cumplir ese papel, ya que su localización en el centro de la planta la hace especialmente idónea. La transformación de la vivienda individual en colectiva fue tan incompleta en Santiago que las escaleras tienen todavía un carácter muy fuerte como espacio interior.]

La normativa actual permite e incentiva la mejora de los existentes y el diseño de nuevos patios, con el objetivo de elevar los niveles de habitabilidad, así como el re-diseño de la distribución, mientras los elementos principales del edificio se mantengan (figura 2.42). La introducción de patios parece estar vinculada al aumento del volumen de los edificios que tuvo lugar en el siglo XIX. Con el objetivo de datar con exactitud su conexión con esta tipología edificatoria y su rol en el uso tradicional del edificio, la investigación histórica sobre los orígenes y cambios de los patios sería de gran interés. El vasto trabajo que supone esta tarea lo hace inabarcable en el contexto de esta tesis, y sólo se abordarán algunos casos particulares (capítulo A.4).

### Artículo 58 *Plan Especial*

Figura 2.42. Fuente: *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

### Patios y lucernarios

Figura 2.43

## (2.3) Patios

Thirteen patios and twenty eight lightwells of variable sizes have been identified, and represented in figure 2.43. According to fieldwork and analysis of the plans, some of them seem to have been introduced after careful design, as in the building number 32 RN, where the patio is located in the centre of the house, independently of the staircase and the roofs have been adjusted accordingly. Or in the cases of houses 30 and 28 RN and 41 and 43 RdV, where a patio is shared between the two buildings, achieving better conditions at smaller surface loss. Some other houses might evidence the preexistence of two volumes, separated through a patio, as in number 38 RN (suggested by the shape of the roof) or house 22 RN (according to the interior masonry walls). However, most of the patios appear as an evolution of the staircase, seeking better conditions of daylight and ventilation.

“A cuberta dos edificios en Santiago ten un amplo potencial de mellora das condicións de iluminación e ventilación das vivendas. A maior dificultade preséntaa o levar esa luz e aire ata as plantas máis baixas, e a escaleira é tradicionalmente o patio adecuado para cumprir ese papel, xa que a súa localización no centro da planta faina especialmente idónea. A transformación da vivenda individual en colectiva foi tan incompleta en Santiago que as escaleiras teñen aínda un carácter moi forte como espacio interior.” (Ramos et al., *A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación*, 2002)

[Building roofs in Santiago have a big potential in improving daylight and ventilation conditions of the dwellings. The biggest difficulty is to bring the light and the air to the lowest levels, and the staircase is traditionally the appropriate patio to fulfil that role, because its location in the centre of the floor is ideal. Transformation from individual to collective house was so incomplete in Santiago that the stairs still have a strong internal character.]

Current regulations allow and encourage improvement of existing patios and design of new ones, in order to raise habitability levels, as well as redesign of dwelling layout, as long as the main elements of the building are preserved (figure 2.42). The existence of patios seems to be linked to the transformations of the building volume occurred in the 19<sup>th</sup> century. Historic research on the origins and changes of the patios would be of great interest, in order to date their connection to this building typology and their role in the traditional use of the building. The vast work that this task would involve would make it unmanageable in the context of this thesis, and only some particular cases will be addressed (chapter A.4).

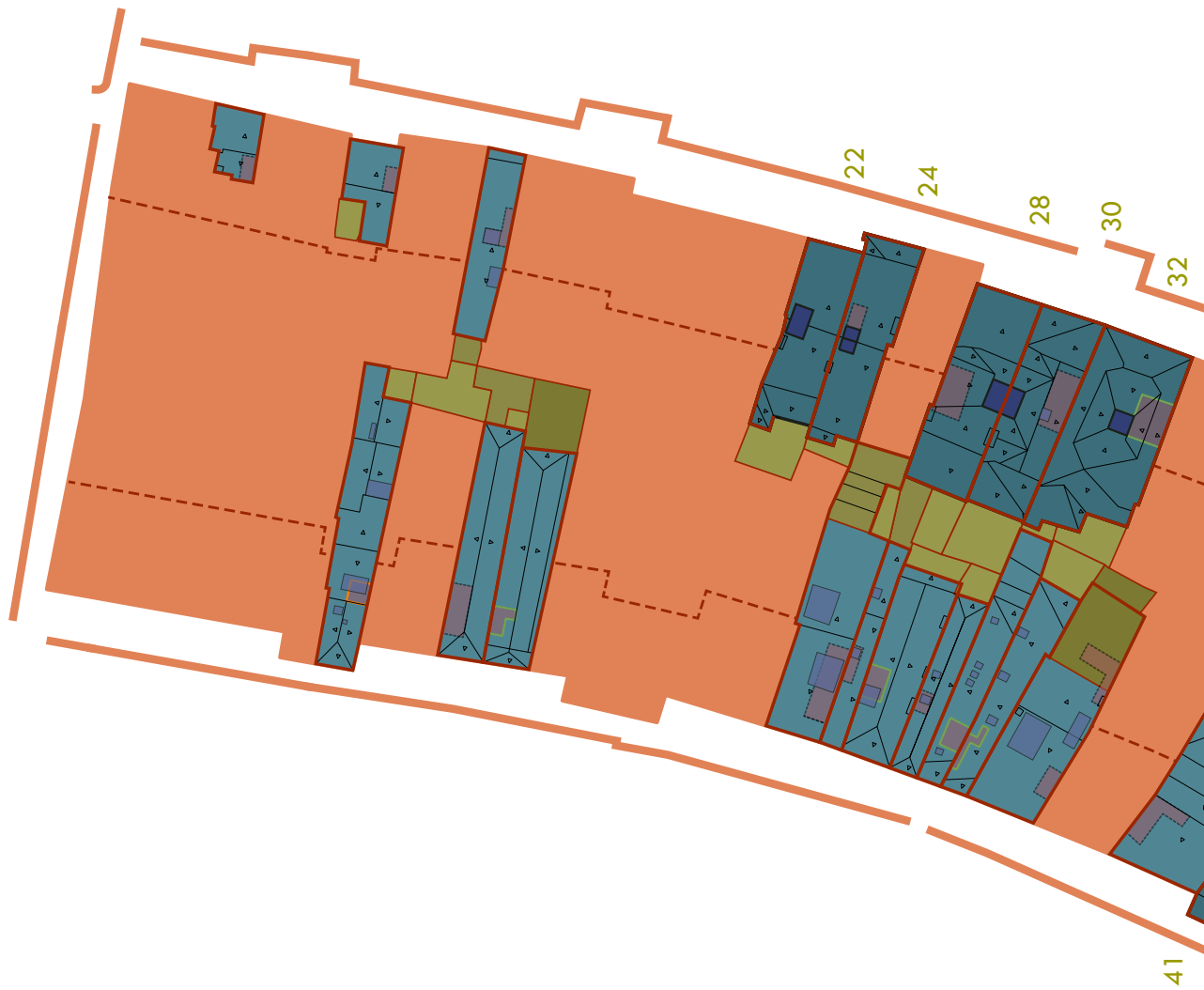
### Article 58 *Plan Especial*

Las obras de rehabilitación, incidentes en los espacios interiores del edificio, podrán suponer una redistribución espacial siempre que se conserven los elementos determinantes de su configuración tipológica: fachadas, accesos y núcleos de escalera, muros de carga, disposición estructural horizontal, patios y división en plantas. No obstante, y en el caso particular de edificios de uso residencial, las obras de rehabilitación podrán implicar la realización de patios interiores o la ampliación de los existentes, con el objeto de alcanzar los niveles de habitabilidad adecuados, y siempre que ello no suponga alteración de los restantes elementos que comportan la estructura del edificio.

[Retrofitting works, affecting internal spaces of the building, might involve redesign of the layout as long as the main typological elements are preserved: facades, access, staircase, structure walls, slabs, patios and horizontal divisions. Nonetheless, and in the particular case of residential buildings, retrofitting works might imply the design of patios or the extension of the existent ones, in order to achieve appropriate levels of livability, as long it does not imply any alteration of the structural elements of the building.]

Figure 2.42. Source: *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

## Courtyards and lightwells





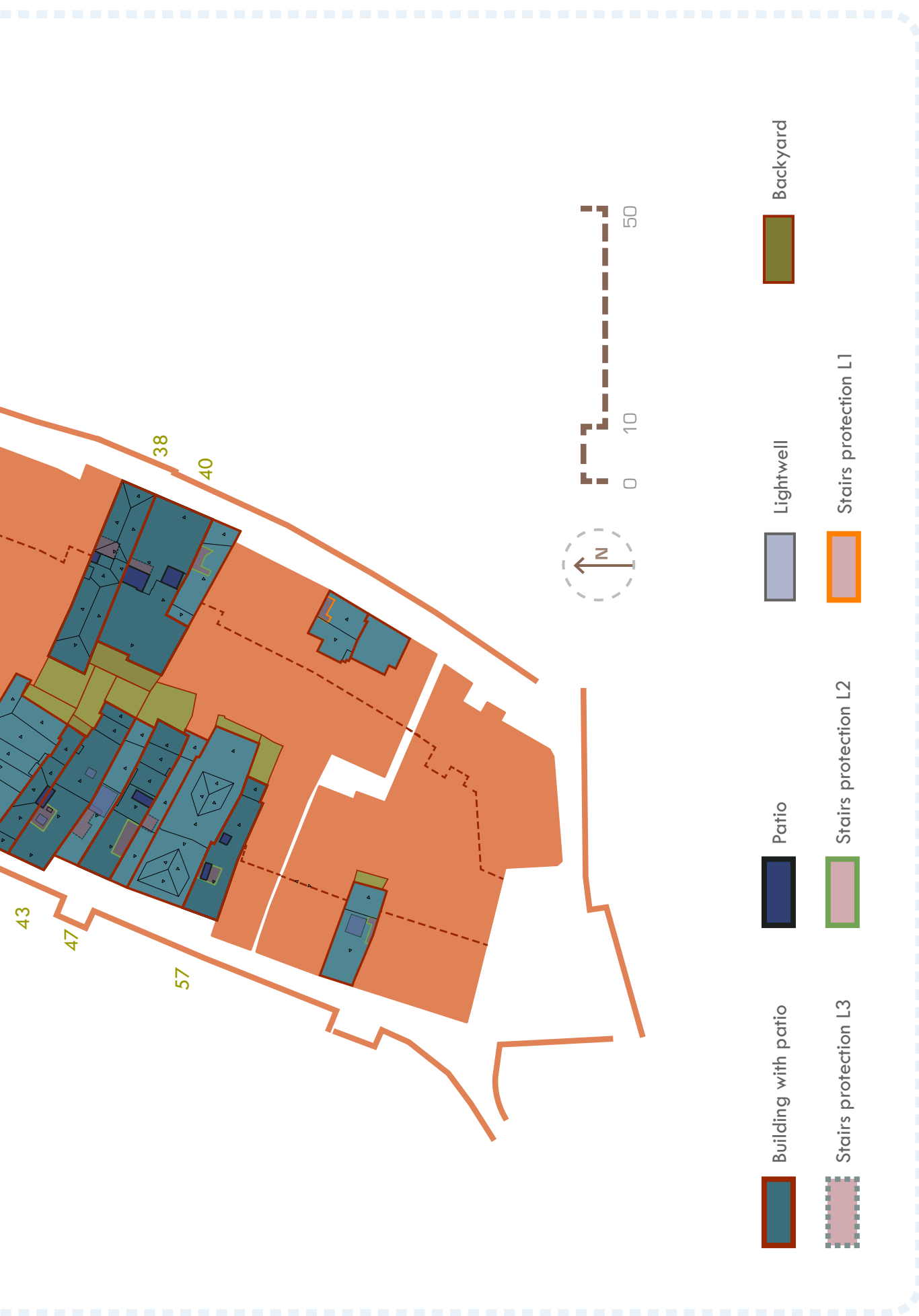


Figure 2.43

Aparte de la existencia de la caja de escaleras y otros obstáculos, la posición de los patios también tiene un fuerte impacto en su eficacia. Naturalmente, cuando se encuentran situados en el centro del edificio, pueden tener un efecto sobre mayor superficie de vivienda que cuando están ligados a uno de los muros medianeros. Además, si están alineados al lado sur del edificio, recibirían sombra de la casa adyacente, en caso de que esta tuviera mayor altura. El área del patio también es un parámetro relevante, que debería considerarse en relación con la superficie de la vivienda, para medir su influencia en el ambiente interior. La protección de las escaleras es un factor determinante en el estudio de cualquier cambio. Cuatro patios de once están vinculados a las escaleras, tres de ellas estando el nivel 3 de protección y una con nivel 2. Estas consideraciones iniciales están representadas en la tabla 2.4. En el capítulo 4 se realizará un análisis más profundo del patio como herramienta de mejora de las condiciones de confort, en el que se tendrán en cuenta más aspectos.

“Convertelas (as escaleiras) en patios de iluminación e ventilación suporía cambialos seus revestimentos, adoptar cores moi claras, abrir máis a súa parte superior e inferior para facilitalo tiro, e incluso melloralo illamento térmico dos seus cerramentos perimetrales, se tanto éxito ten a súa evolución como espacio de carácter exterior. Calquera outra penetración dende a cuberta que aumente ese intercambio de luz e aire co exterior será desexable aínda que só afecte a algúns pisos.” (Ramos et al., A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación, 2002)

[Convertirlas (las escaleras) en patios de iluminación y ventilación supondría cambiar sus revestimientos, adoptar colores muy claros, abrir más su parte superior e inferior para facilitar el tiro, e incluso mejorar el aislamiento térmico de sus cerramientos perimetrales, si tanto éxito tiene su evolución como espacio de carácter exterior. Cualquier otra penetración desde la cubierta que aumente ese intercambio de luz y aire con el exterior será deseable aunque sólo afecte a algunos pisos.”]

Tabla 2.4

Las dimensiones y posición de estos patios pueden observarse en las figuras 2.44 a 2.49. Los patios de los edificios nº22 y nº32 se describen con más detalle en las figuras 2.50 y 2.51. El primero está situado en el lado norte, tiene una superficie de 9'69m<sup>2</sup> y la relación entre su superficie y la superficie total es de 5'31%. Está muy obstruido por el núcleo de escaleras, lo que hace que tenga una superficie efectiva de 2'96m<sup>2</sup>. Afecta sólo a dos habitaciones: la cocina y el aseo (este es, de hecho, un pequeño volumen en el interior del patio). El segundo, aunque con un ratio de superficie menor (2'19% de la superficie total), es independiente de las escaleras y está situado en el centro del edificio, introduciendo luz natural en todas las habitaciones adyacentes. Los acabados de pared y la forma de las ventanas proporciona cierta nobleza a este espacio, que no aparece como una área meramente funcional.

Apart from existence of staircases and other obstacles, the position of the patios has also a strong impact on its efficiency. Naturally, when they are located in the centre of the building, they might have an effect over a greater dwelling surface than when they are attached to one of the mediator walls. Besides, if they are aligned to the southern side of the building, they might be overshadowed by the adjacent house, if this was higher. Patio area is also a relevant parameter, that should be considered in relation to dwelling surface, in order to measure its influence on indoor environment. If any changes were to be studied, stairs protection would be a decisive factor. Four patios over eleven are linked to the stairs, three of them being under level 3 of protection and one under level 2. These primary considerations are represented in table 2.4. A deeper analysis of the patio as a tool to improve comfort conditions in the dwellings will be addressed in chapter 4, considering more aspects.

“Convertelas (as escaleiras) en patios de iluminación e ventilación suporía cambialos seus revestimentos, adoptar cores moi claras, abrir máis a súa parte superior e inferior para facilitalo tiro, e incluso melloralo illamento térmico dos seus cerramentos perimetrales, se tanto éxito ten a súa evolución como espacio de carácter exterior. Calquera outra penetración dende a cuberta que aumente ese intercambio de luz e aire co exterior será desexable aínda que só afecte a algúns pisos.” (Ramos et al., A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación, 2002)

[Turn them (the stairs) into patios for illumination and ventilation would mean to change wall finishes, make use of light colours, open the upper and lower part to improve air flow and even improve thermal insulation of the walls, if the evolution as a external space is successful. Any other penetration from the roof that increases this exchange of light and air with the exterior will be desirable although it only affects certain floors.]

Table 2.4

House	Index of obstruction	Dwelling Area (m <sup>2</sup> )	Patio Area (m <sup>2</sup> )	Ratio Areas % ( $R_A = [A_p/A_d] * 100$ )	Position Patio	Stairs Link/Protection/Position
RN 22	5'89	182'53	9'69	5'31	North	Yes / L 3 / N
RN 24	6'13	189'23	6'26	3'31	North	Yes / L 3 / N
RN 28	5'47	239'62	9'66 (17'20)	4'03 (7'18)	South (shared)	No / L 3
RN 30	x + 3'49	230'41	7'56 (17'20)	3'28 (7'46)	North (shared)	No / L 3
RN 32	4'34	326'51	7'15	2'19	centre	No / L 2
RN 38	8'1	238'97	2'74	1'15	North	No / L 3
RN 40	5'59	347'74	13'97 + 9'90	4'02 + 2'85	North, South	Y+N / L 3 / C
RdV 41	11,94	103'15	5'10 (9'63)	4'94 (9'34)	South	-
RdV 43	9,80	229'66	4'53 (9'63)	1'97 (4'19)	North	No / L 2
RdV 47	4'12	181'48	6'53	3'60	South	No / Level 2
RdV 57	6'88	141'61	3'68 + 2'75	2'60 + 1'94	North, North	Y+N / L 2 / N

Dimensions and position of these patios can be observed in figures 2.44 to 2.49. More detailed information about number 22 and number 32 RN is shown in figures 2.50 and 2.51. The first one is located in the northern side, it has a surface of 9'69m<sup>2</sup> and its relation with the overall surface is of 5'31%. It is very obstructed by the staircase, so it has a effective surface of 2'96m<sup>2</sup>. It actually has influence in only two rooms: the kitchen and the toilet (this is, in fact, a little volume within the boundaries of the patio). The second one, although having rather smaller ratio (2'19% of the overall surface), is independent of the stairs and it is placed in the centre of the building, bringing daylight to every adjacent room. Wall finishes and window shapes give quality to this space, which does not appear as a mere functional area.

Patios nº 22 y 24 *Rúa Nova*

Patios nº 28, 30 y 32 *Rúa Nova*

Patios nº 38 y 40 *Rúa Nova*

Figuras 2.44 (arriba), 2.45 (centro) y 2.46 (abajo)

Patios nº 41 y nº 43 *Rúa do Vilar*

Patios nº 47 *Rúa do Vilar*

Patios nº 57 *Rúa do Vilar*

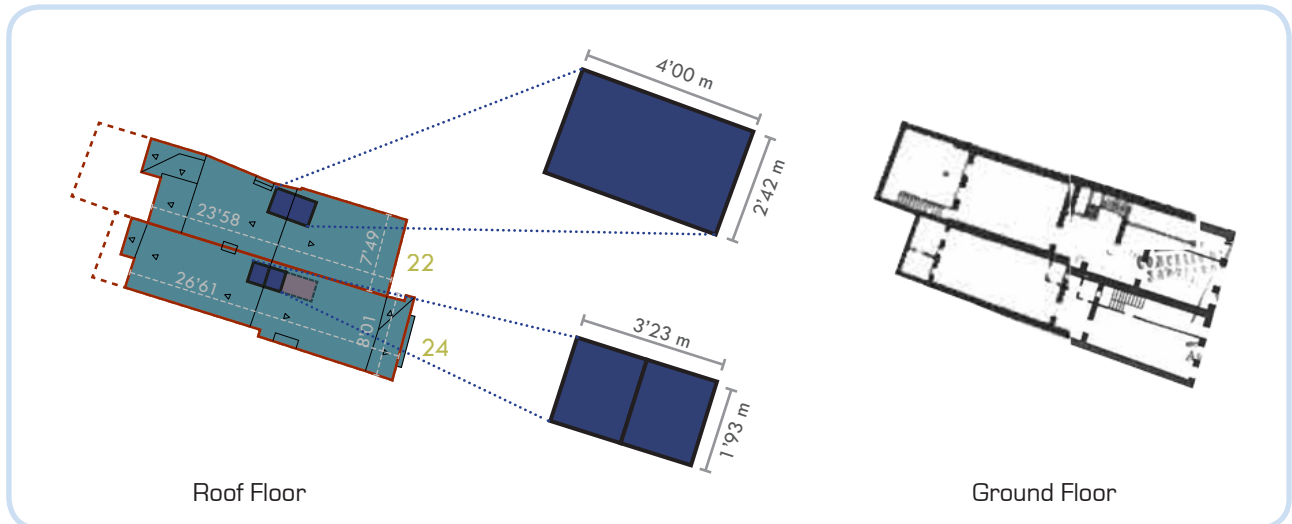
Figuras 2.47 (arriba), 2.48 (centro) y 2.49 (abajo)

Nº 22 *Rúa Nova*

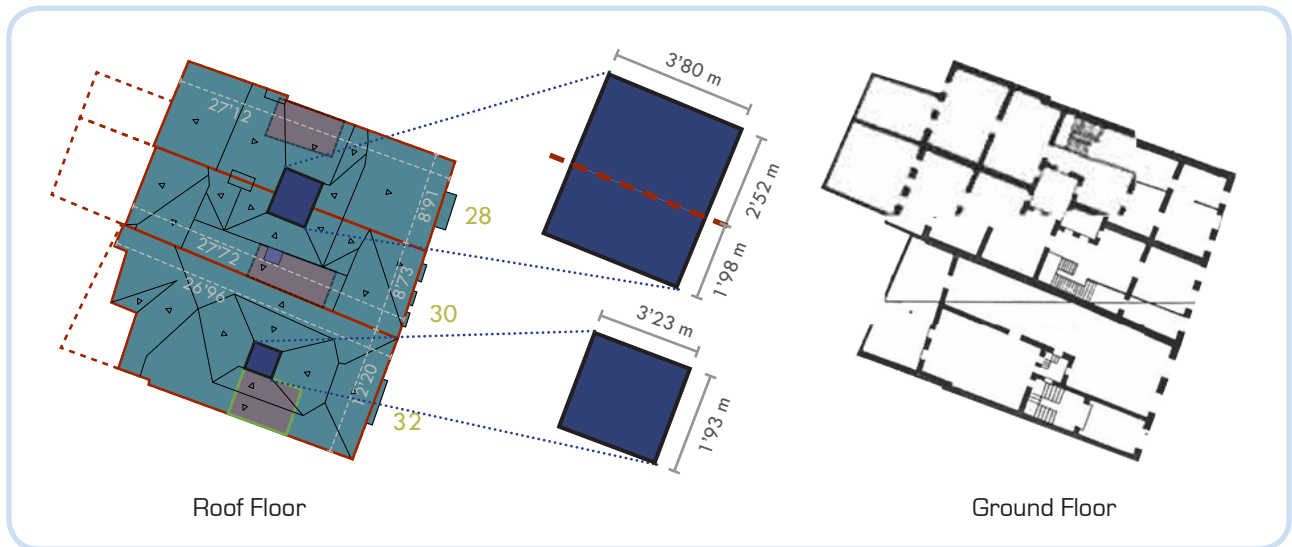
Nº 32 *Rúa Nova*

Figuras 2.50 (arriba) y 2.51 (abajo)

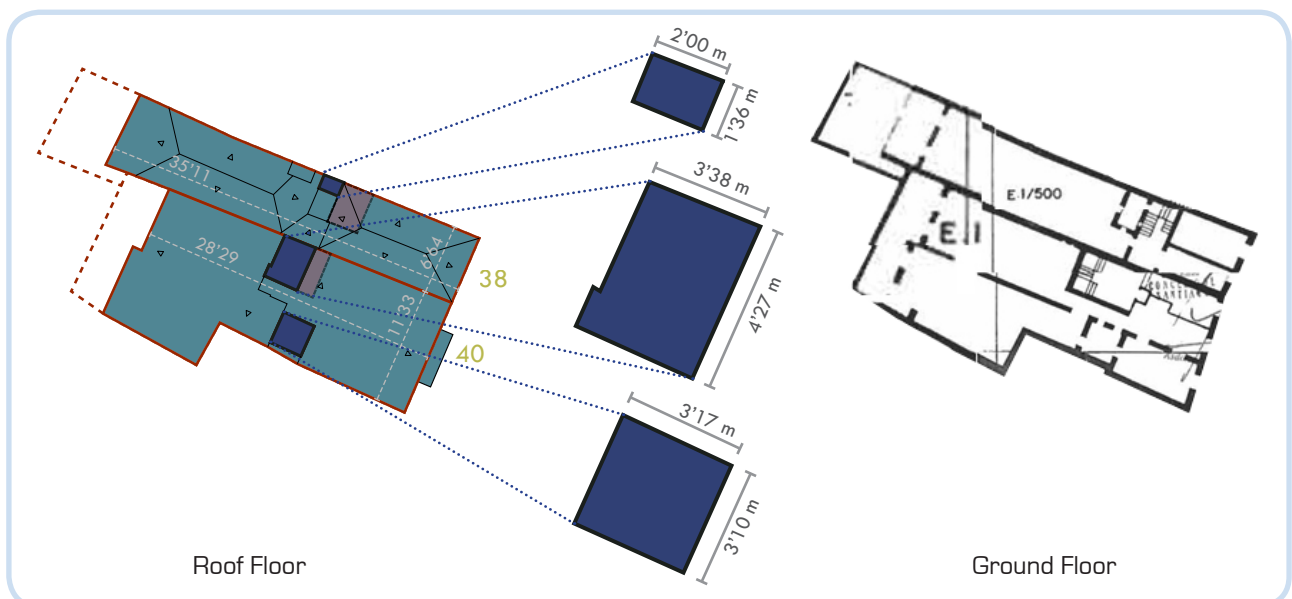
Patios num. 22 and 24 *Rúa Nova*



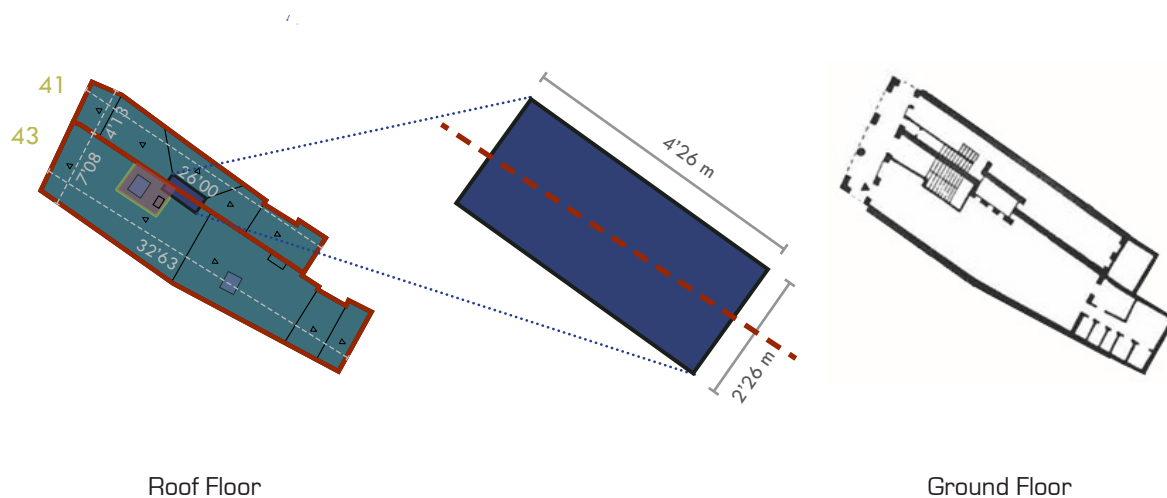
Patios num. 28, 30 and 32 *Rúa Nova*



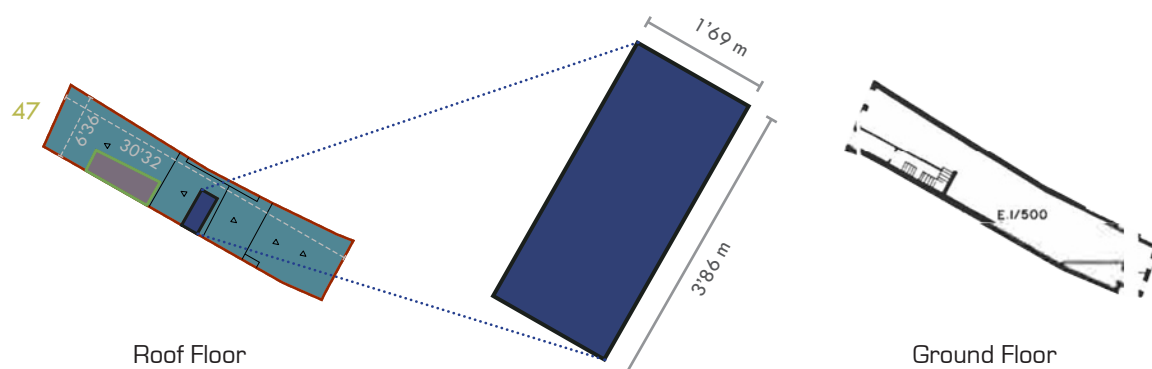
Patios num. 38 and 40 *Rúa Nova*



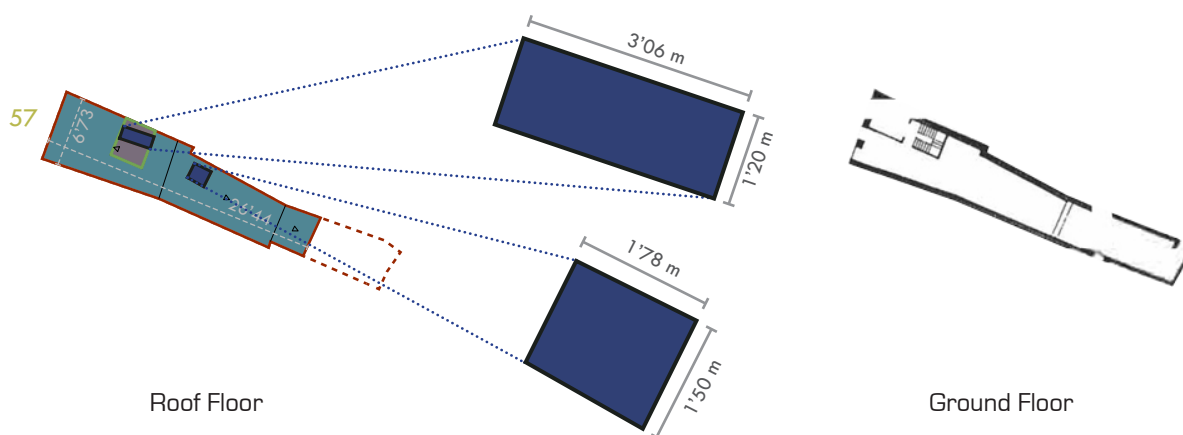
Patios num. 41 and 43 *Rúa do Vilar*



Patio num. 47 *Rúa do Vilar*



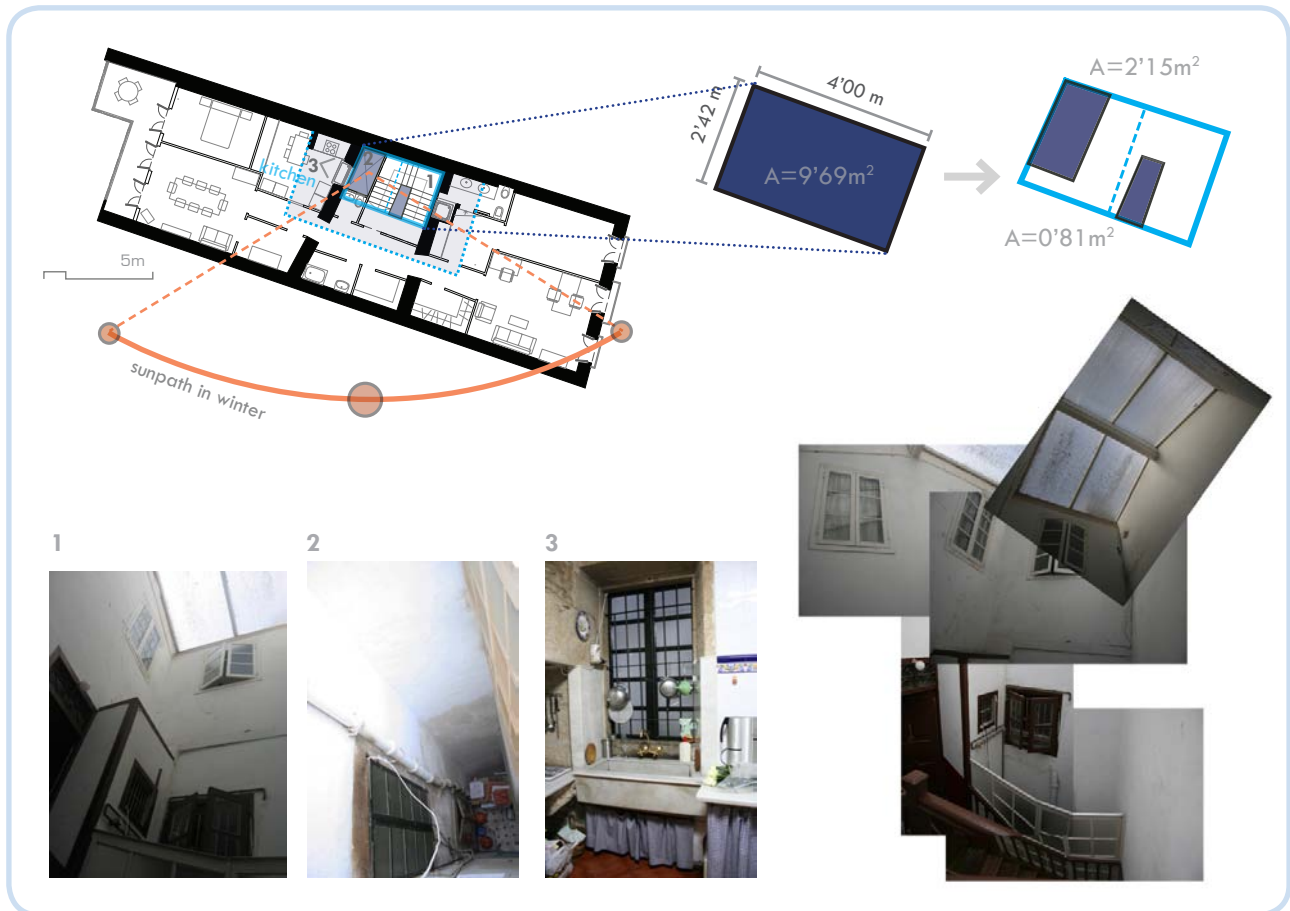
Patios num. 57 *Rúa do Vilar*



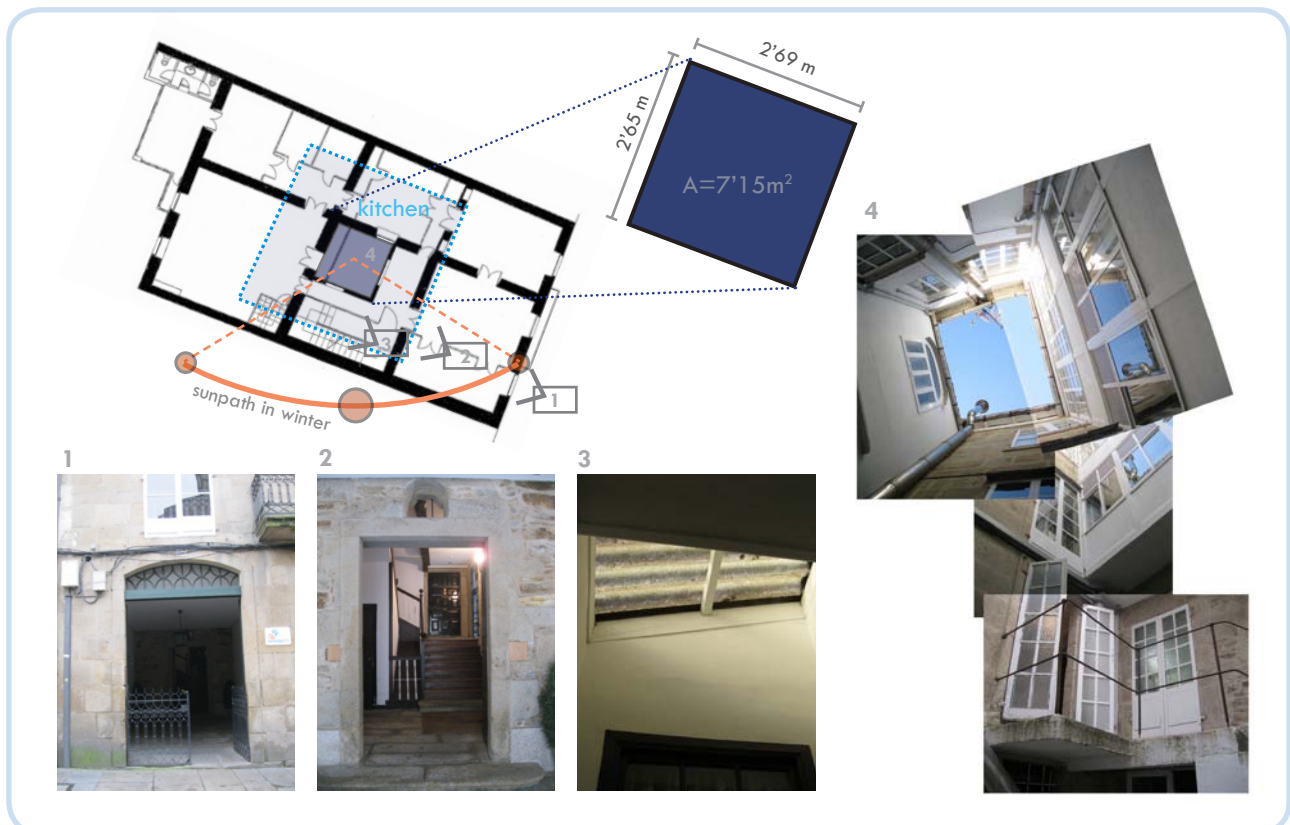
Figures 2.47 (top), 2.48 (centre) and 2.49 (bottom)



Num. 22 Rúa Nova



Num. 32 Rúa Nova



Figures 2.50 (top) and 2.51 (bottom)

## (2.4) División de viviendas

La segregación y agregación de parcelas y volúmenes construídos parece haber ocurrido regularmente a lo largo de los siglos, tanto en el plano paralelo a la fachada (podría haber sido el caso de las casas 32 y 42 RN) como en el plano perpendicular a la fachada (casas nº 5 RdV o nº 38 RN, por ejemplo). En la actualidad, con una gran cantidad de superficie construida y una densidad de ocupación baja, la reducción de la superficie de la vivienda podría ser de utilidad para reforzar la capacidad de alojamiento de esta área. La gran diferencia entre el área predominante en la manzana (de 181 a 240 m<sup>2</sup>, como puede verse en la figura 2.53) con el principal tamaño de vivienda en la provincia (figura 2.52) muestra la dificultad de estas casas para adaptarse a la demanda actual.

Ocupantes por superficie de vivienda en A Coruña (arriba)  
y superficie de vivienda en la manzana (abajo)

Figuras 2.52 (izquierda) y 2.53 (derecha). Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2011)

Así, la división de viviendas puede ser una estrategia efectiva para adaptar los edificios históricos a estándares familiares y regímenes de ocupación contemporáneos. Esto no ha sido una práctica poco común en esta manzana. Como puede observarse en la figura 2.53, algunos edificios han sido divididos según normativas anteriores, como la casa 40 RN, que fue dividida en el año 1987 (ver capítulo A.4). En general, las divisiones se realizaron bien con anterioridad al año 1955 o de modo no oficial (los archivos del ayuntamiento incluyen licencias de obra concedidas entre los años 1955 a 1998). Hay casos donde sólo algunas plantas están divididas, como la planta baja de la casa 28 RN o el primer piso del nº 38 RN. A menudo, aunque ocupados por los mismos residentes, están físicamente divididas y se usan como dos apartamentos, como la segunda planta del nº 38 RN. Parece una tendencia natural en esta área, donde los edificios tienen un gran tamaño (figura 2.53) y una profundidad considerable.

El incremento del número de viviendas podría tener algunas consecuencias negativas, como la explotación de estos edificios con fines especulativos. Sin embargo, esto podría ser controlada mediante la normativa. La división de una vivienda debería ser diseñada de forma que se produjera

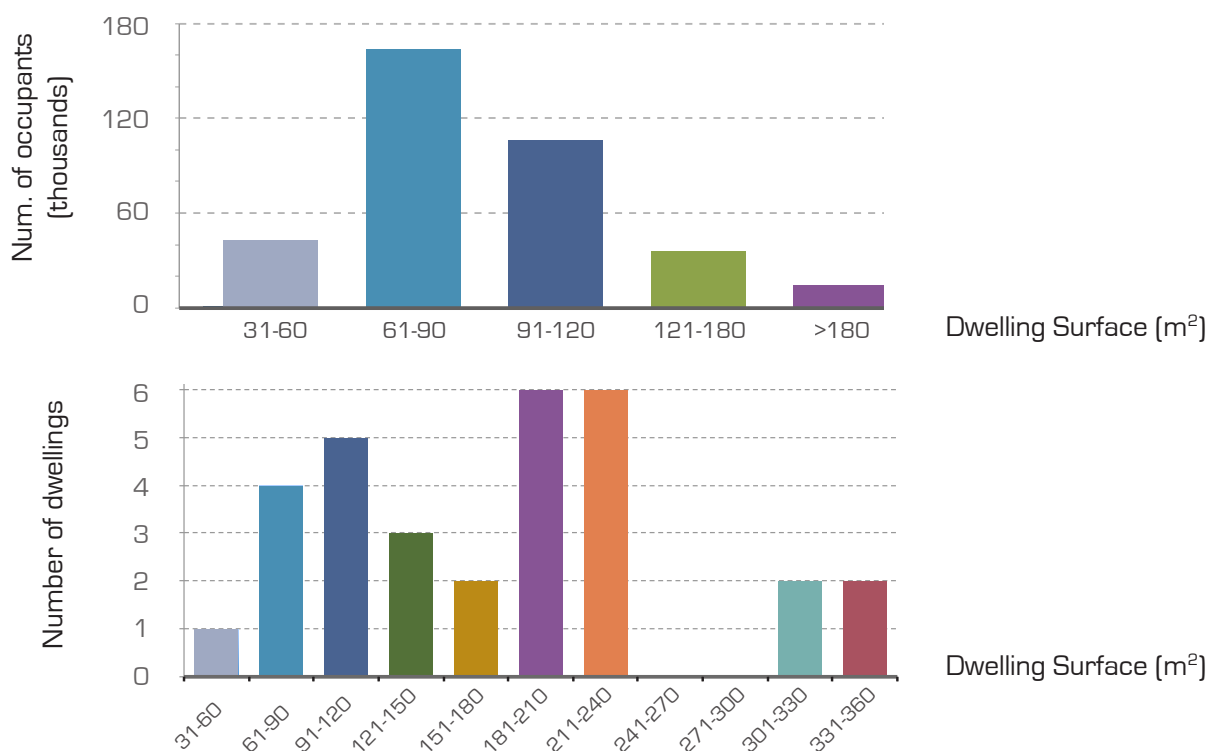
Tamaño de vivienda en la manzana Rúa do Vilar - Rúa Nova (m<sup>2</sup>)

Figura 2.54

## (2.4) Division of dwellings

Division and addition of plots and houses seems to have happened regularly along the centuries, both in the plane parallel to the facade (it might have been the case of houses 32 and 42 RN) and in the plane perpendicular to the facade (houses number 5 RdV or number 38 RN, for example). At present, being the built density high and the occupancy density low, reduction in dwelling surface might be of use to strengthen the housing capacity of this area. The remarkable difference between the prevailing area in the block (from 181 to 240 m<sup>2</sup>, as seen in figure 2.53) with the main dwelling size in the province (from 61 to 90 m<sup>2</sup>, according to figure 2.52) shows the difficulties of these houses to adapt to current demand.

Occupants per dwelling surface in A Coruña (top) and dwelling size in the block (bottom)



Figures 2.52 (top) and 2.53 (bottom). Source: *Instituto Nacional de Estadística*, INE (2011)

The division of dwellings can be an effective strategy to adapt historic houses to contemporary family standards and occupation regimes, which has not been an uncommon practice in this block. As it can be observed in figure 2.54, some buildings have been divided according to previous regulations, such as house 40 RN, which was partitioned in 1987 (see chapter A.4). Generally, the division of houses was undertaken either before year 1955 or unofficially (the historic files of the Council include building licenses from year 1955 to year 1998). There are cases where only some floors are separated, as the ground floor of house 28 RN or the first floor of number 38 RN. Very often, although occupied by the same residents, they are physically divided and they are used as two apartments, that it is the case in the second floor of number 38 RN. It seems a natural tendency in this area, where buildings are of great size (figures 2.52 and 2.53) and considerable depth.

The increment in the number of dwellings might have negative consequences, as the exploitation of these buildings with speculative purposes. This could, nonetheless, be controlled by the regulations. The division of a dwelling should be designed in order to improve the conditions of the two resulting houses,

## Dwelling size in block *Rua do Vilar - Rua Nova* (m<sup>2</sup>)





Figure 2.54

una mejora en las condiciones de las dos casas resultantes, y podría realizarse en combinación con las medidas comentadas en el capítulo anterior. Con un planeamiento adecuado, la pérdida de valor de mercado generada por la reducción de metros cuadrados debida a la extensión o creación de un patio, podría compensarse sobradamente por la creación de una nueva casa.

“Se nalgún caso fora posible reacomoda-la forma da propiedade, poderíanse combater algúns dos defectos intrínsecos á propiedade horizontal. Por exemplo, se a parcela é moi estreita é posible que a escaleira estrangule excesivamente o paso e polo tanto sexan mellores dúas vivendas, unha diante e outra detrás, que unha enriba de outra. Iso ademais podería acercar ás dúas vivendas á cuberta coas conseguíntes vantaxes de soleamento e iluminación que poden extraerse da relación co tellado.” (Ramos et al., A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación, 2002)

[Si en algún caso fuera posible reacomodar la forma de propiedad, se podrían combatir algunos de los defectos intrínsecos a la propiedad horizontal. Por ejemplo, si la parcela es muy estrecha es posible que la escalera estrangule excesivamente el paso y por lo tanto sean mejores dos viviendas, una delante y otra detrás, que una encima de la otra. Eso además podría acercar las dos viviendas a la cubierta, con las consiguientes ventajas de soleamiento e iluminación que pueden extraerse de la relación con el tejado.]

### Manzanas con viviendas divisibles según el *Plan Especial*

Figura 2.55

El *Plan Especial* regula esta opción a través del artículo 132. Según este texto, el número de viviendas no se incrementará. En el contexto de una intervención global, se permitirá la subdivisión de viviendas mayores de 150m<sup>2</sup>, mientras que los elementos principales del edificio sean preservados y las viviendas resultantes tenga por lo menos 70m<sup>2</sup>. Esto será posible en los casos en los que el edificio mire a dos espacios públicos, y por tanto, las dos nuevas viviendas sean exteriores. De acuerdo con los arquitectos del ayuntamiento, esta condición responde a la evacuación de emergencia, que deberá garantizar la accesibilidad de cada casa con un camión de bomberos. La figura 2.55 muestra las manzanas que contienen edificios que pueden ser divididos, siguiendo estas premisas.



and might be done in combination with the measures commented in the previous chapter. With careful planning, the loss of market value caused by the reduction of square metres due to the extension or creation of a patio, might be exceedingly compensated by the creation of a new house.

“Se nalgún caso fora posible reacomoda-la forma da propiedade, poderíanse combater algúns dos defectos intrínsecos á propiedade horizontal. Por exemplo, se a parcela é moi estreita é posible que a escaleira estrangule excesivamente o paso e polo tanto sexan mellores dúas vivendas, unha diante e outra detrás, que unha enriba de outra. Iso ademais podería acercar ás dúas vivendas á cuberta coas conseguíntes vantaxes de soleamento e iluminación que poden extraerse da relación co tellado.” (Ramos et al., *A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación*, 2002)

[If in any case it was possible to resettlement the regime of ownership, some disadvantages inherent to horizontal property might be solved. For instance, if the plot is very narrow it is possible that the staircase makes the access difficult, thus two dwellings (one in the front and one in the back) would be more suitable. That might also get the two dwellings nearer to the roof, with the associated advantages of sunlight and lighting that can be obtained through the roof.]

Blocks with divisible dwellings according to the *Plan Especial*



Figure 2.55

The *Plan Especial* regulates this option via the article 132. According to this text, the number of dwellings shall not be increased. Within the context of a global intervention, subdivision of dwellings that are bigger than 150m<sup>2</sup> would be allowed as long as the main building elements are preserved and the resulting houses have 70m<sup>2</sup> at least. This would be possible in the cases where the building overlooks two public spaces, and thus, the two new dwellings are exterior. According to the architects of the council, this condition responds to the accessibility of every house in case of emergency, which must be reached with a fire truck. Figure 2.55 shows the blocks containing buildings that may be divided, following these guidelines.

## (2.5) Bajocubiertas y áticos

Teniendo en cuenta dos de las principales características de la arquitectura residencial en Santiago en esta zona, gran superficie y acceso solar limitado, las cubiertas son emplazamientos idóneos para actualizar el caserío tradicional en términos de diversidad social y confort interior. Se trata, sin embargo, de una opción delicada, ya que las modificaciones en la cubierta podrían alterar la imagen exterior de los edificios. Estas características han hecho de los bajocubiertas un lugar atractivo para la creación de infraviviendas, y con frecuencia se han realizado intervenciones incoherentes con el edificio existente en cuanto a volumen y técnicas constructivas. La cubierta es la superficie de la envolvente con mayor ratio de pérdidas caloríficas y más alto potencial de deterioro. Su rehabilitación puede afectar al aislamiento térmico y a la protección del edificio contra el entorno, y permitir el ajuste de las posibles incoherencias entre ellos.

Fachadas en *Rúa do Vilar*-impares- (arriba) y en *Rúa Nova*-pares- (abajo)

Figura 2.56. After *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

“A cuberta dos edificios en Santiago ten un amplo potencial de mellora das condicións de iluminación e ventilación das vivendas. [...]. En xeral, o faiado ou baixo cuberta era un espazo sen uso e ventilado que colaboraba no confort térmico da casa ou limitaba o seu uso ó almacenamento de enseres cando a súa altura libre o permitía. Este espazo aireado e baleiro facilitaba a conservación da estrutura e a localización dos seus puntuais fallos ou entradas de auga. Os actuais sistemas de acondicionamento térmico e de iluminación destes espazos foi estendendo o seu uso como dependencias ligadas directamente ó uso da vivenda, e nos casos en que foi posible, á formación de novas vivendas nese espazo. [...]. Por isto, utilizar este espazo axuda a rendibiliza-lo patrimonio construído aínda perdendo algunha condición (a ventilación estrutural) por outro lado subsanable coa incorporación de tecnoloxías e deseños coidados e adaptados. Este espazo pode acondicionarse de maneira máis intelixente que como tradicionalmente se fixo, procurando un número de estancias proporcionado e recorrendo a sistemas de ventilación ou iluminación que, como os patios de luz, poden dar a estas estancias agradables condicións de habitabilidade.” (Ramos et al., *A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación*, 2002)

[La cubierta de los edificios en Santiago tiene un amplio potencial de mejora de las condiciones de iluminación y ventilación de las viviendas. [...]. En general, el bajocubierta era un espacio sin uso y ventilado que colaboraba en el confort térmico de la casa o limitaba su uso al almacenamiento de enseres cuando su altura libre lo permitía. Este espacio aireado y vacío facilitaba la conservación de la estructura y la localización de sus puntuales fallos o entradas de agua. Los actuales sistemas de acondicionamiento térmico y de iluminación de estos espacios fue extendiendo su uso como dependencias ligadas directamente al uso de vivienda, y en los casos en los que fue posible, a la formación de nuevas viviendas en ese espacio. [...]. Por esto, utilizar este espacio ayuda a rentabilizar

Plano de cubiertas en la manzana *Rúa do Vilar - Rúa Nova*

Figura 2.57. Modificado de *Plan Xeneral de Ordenación Municipal*, PXOM

## (2.5) Lofts and attics

Taking into account two main characteristics of the residential architecture in Santiago in this area, large dwelling size and limited sunlight inlet, the rooftops appear as promising locations to update the traditional housing in terms of social diversity and indoor comfort. It is, however, a delicate option, as modifications to the roof might affect the appearance of the buildings. These characteristics have made rooftops an appealing option for creation of substandard dwellings, and there has been a wide variety of interventions frequently unadapted to the existing building in terms of volume or construction techniques. Being the roof the envelope surface with highest rate of heat loss and biggest potential for deterioration, refurbishment of the rooftop house may be a good strategy to strengthen thermal insulation and protection of the building against the environment, as well as adjust existing incoherences between them.

Building facades *Rúa do Vilar*-odd numbers- (top) and *Rúa Nova*-even numbers- (bottom)

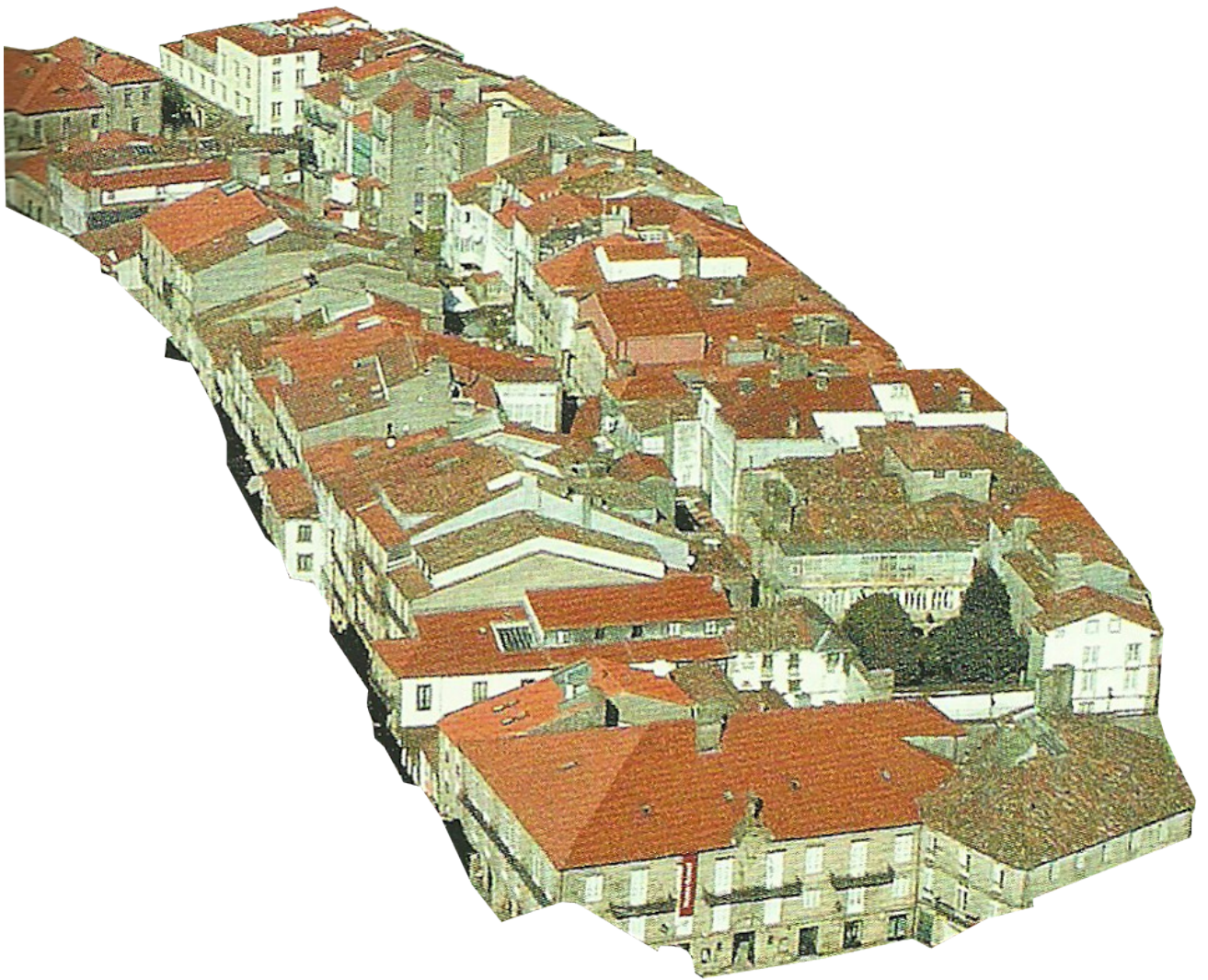


Figure 2.56. After *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

“A cuberta dos edificios en Santiago ten un amplo potencial de mellora das condicións de iluminación e ventilación das vivendas. [...]. En xeral, o faiado ou baixo cuberta era un espacio sen uso e ventilado que colaboraba no confort térmico da casa ou limitaba o seu uso ó almacenamento de enseres cando a súa altura libre o permitía. Este espacio aireado e baleiro facilitaba a conservación da estrutura e a localización dos seus puntuais fallos ou entradas de auga. Os actuais sistemas de acondicionamento térmico e de iluminación destes espazos foi estendendo o seu uso como dependencias ligadas directamente ó uso da vivenda, e nos casos en que foi posible, á formación de novas vivendas nese espacio. [...]. Por isto, utilizar este espacio axuda a rendibiliza-lo patrimonio construído aínda perdendo algunha condición (a ventilación estrutural) por outro lado subsanable coa incorporación de tecnoloxías e deseños coidados e adaptados. Este espacio pode acondicionarse de maneira máis intelixente que como tradicionalmente se fixo, procurando un número de estancias proporcionado e recorrendo a sistemas de ventilación ou iluminación que, como os patios de luz, poden dar a estas estancias agradables condicións de habitabilidade.” (Ramos et al., *A arquitectura histórica e os criterios de rehabilitación*, 2002)

[Rooftops in Santiago have big potential for improving daylight and ventilation conditions of the dwellings. [...]. Generally, the loft used to be an unoccupied and ventilated space which contributed to the thermal comfort of the house or was used for storage, when its height allowed it. This aerated and empty space served as protection of the structure and for identification of particular problems or rainwater leaks. Current systems of thermal and daylight conditioning extended their use to rooms directly linked to the dwelling, and when it was possible, the creation of new dwellings in that space.

Rooftops in block *Rúa do Vilar - Rúa Nova*





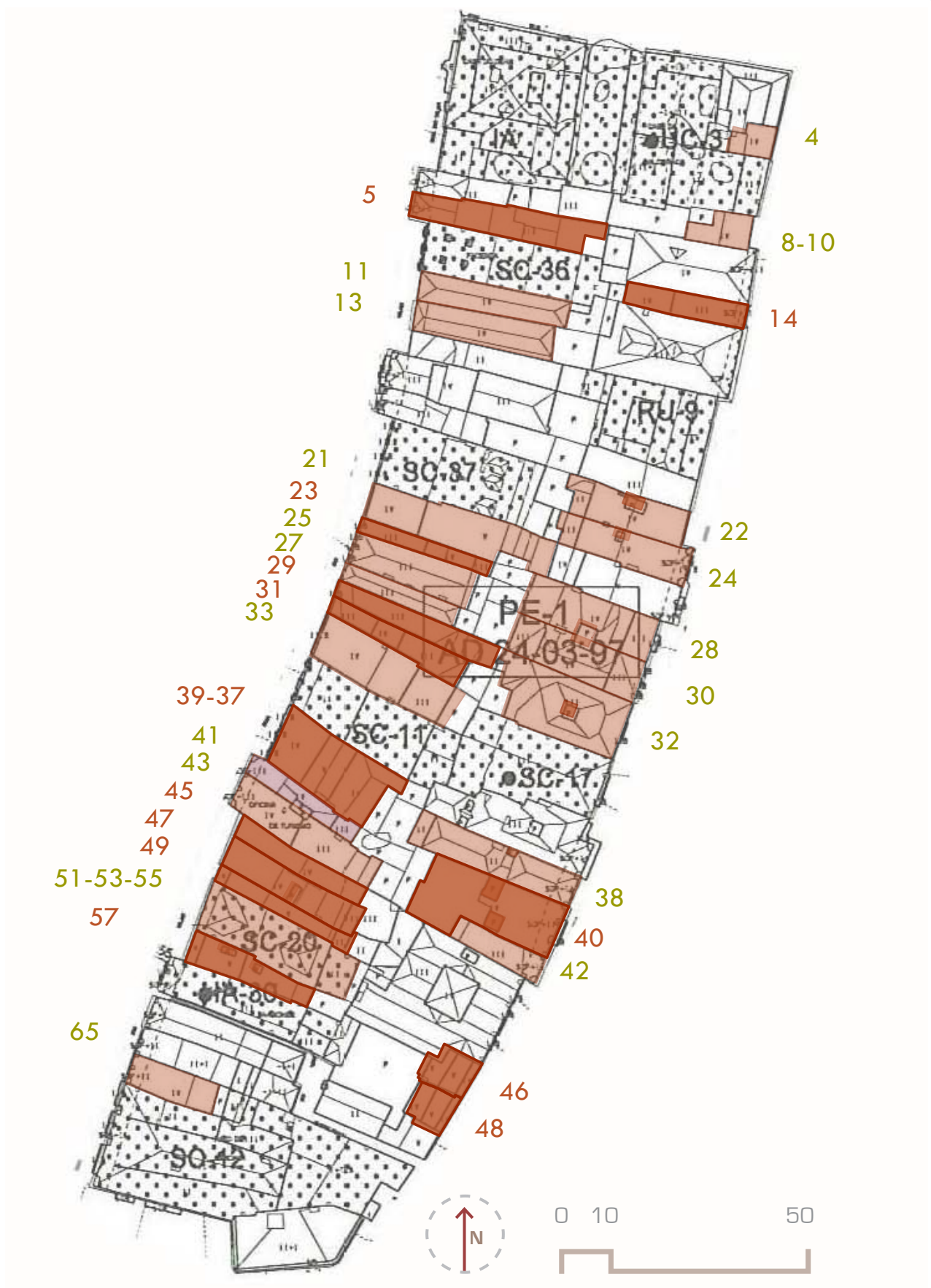


Figure 2.57. After *Plan Xeneral de Ordenación Municipal*, PXOM

el patrimonio construido aún perdiendo alguna condición (la ventilación estructural) por otro lado subsanable con la incorporación de tecnologías y diseños cuidados y adaptados. Este espacio puede acondicionarse de manera más inteligente que como tradicionalmente se hizo, procurando un número de estancias proporcionado y recurriendo a sistemas de ventilación o iluminación que, como los patios de luz, pueden dar a estas estancias agradables condiciones de habitabilidad.]

El *Plan Especial* regula las intervenciones sobre los espacios de cubierta en los artículos 99, 100, 101 y 121. Distingue entre bajocubiertas (espacios limitados por el último forjado de edificio y las aguas de la cubierta) y áticos (volúmenes limitados por el forjado superior, las aguas de la cubierta y paredes verticales retranqueadas de las líneas de fachada). Generalmente, las cubiertas de edificios existentes deben mantenerse, excepto en caso de que haya una anotación diferente en los planos de fachadas (CA-1 o CA-4, que sugiere la adaptación de las aguas de cubierta, u OA, que permite la permanencia de los áticos una vez se hayan ajustado a las condiciones descritas en el artículo 101). Las cubiertas deberán ser inclinadas, con dos, tres o cuatro faldones continuos, sin buhardillas u otros elementos que sobresalgan el plano de la cubierta.

### Cubiertas fuera de ordenación - *Rúa do Vilar* (arriba) y *Rúa Nova* (abajo)

Figura 2.57. Modificado de *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

El uso residencial en los bajocubiertas se tolerará cuando estén ligados a la planta inferior y no conectados directamente a la escalera común. Como se explica en el artículo 132, pueden ser usados como viviendas independientes en casos existentes en edificios catalogados. Esto se considera preferible a otras soluciones que podrían implicar mayor daño a las principales características del edificio. La normativa limita el ángulo de inclinación de los faldones de la cubierta de 20° a 28°, determinado mediante una fórmula matemática que lo relaciona con la profundidad del edificio [ $\alpha = \arctg (1'8 + 0'27 \cdot F / F)$ , siendo  $\alpha$  el ángulo de inclinación, expresado en grados, y  $F$  la profundidad del edificio]. En el caso de los áticos, la altura de la paredes no debe exceder 2m (desde la cornisa de la fachada), y la pendiente variará entre 20° y 25°, ajustada según la fórmula [ $\alpha = 0'9 \cdot \arctg (1'8 + 0'27 \cdot f / f)$ , siendo  $\alpha$  el ángulo de inclinación en grados, y  $f$  la profundidad del ático.

Roof house num. 5 *Rúa do Vilar* [ CA4 ]

Roof house num. 23 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]

Roof house num. 31 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]

Roof houses num. 37-39 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]

Roof houses num. 45, 47 and 49 *Rúa do Vilar* [ CA1, CA1 and OA ]

Figuras 2.58, 2.59, 2.60, 2.61 y 2.62 (de arriba a abajo).

Roof house num. 57 *Rúa do Vilar* [ OA ]

Roof houses num. 46 and 48 *Rúa Nova* [ CA1, CA1 ]

Roof house num. 40 *Rúa Nova* [ OA ]

Roof house num. 14 *Rúa Nova* [ OA ]

Figuras 2.63, 2.64, 2.65 y 2.66 (de arriba a abajo).



[...]. So, using this space helps making the built patrimony profitable, although losing some conditions (ventilation of the structure), which would be corrected through the installation of technologies and careful and adapted design. This space may be conditioned in a smarter way than it was traditionally done, obtaining several rooms and creating systems for ventilation and daylight, such as patios, which can give good habitability conditions to these spaces.]

The *Plan Especial* regulates interventions over rooftop spaces in articles 99, 100, 101 and 121. It makes the distinction between lofts (spaces limited by the last slab of the building and the slopes of the roof) and attics (volumes enclosed by the upper slab, the slopes and vertical walls set back from the facade lines). Generally, roofs of existing buildings are to be maintained, except in case there is a different remark in the plans of facades (CA-1 or CA-4, which suggest re-shaping of the slopes, or OA, which allows permanence of attics once they have been adjusted to the conditions described in article 101). Roofs will be hipped, with two, three or four continuous pitches, without dormer windows or other elements exceeding the plane of the pitch.

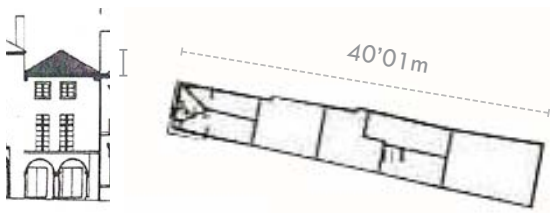
Roofs out of regulation - *Rúa do Vilar* (top) and *Rúa Nova* (bottom)



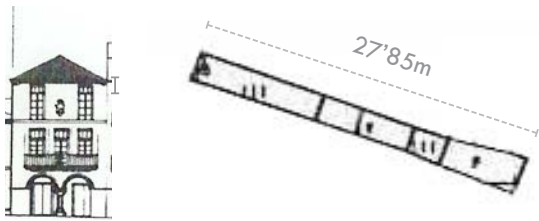
Figure 2.57. After *Plan Especial de protección e rehabilitación da cidade histórica* (1997)

Residential use of lofts would be allowed when they are linked to the lower floor, not being directly connected to the common staircase. As explained in article 132, they may be used as independent dwellings in the existing cases on catalogued buildings. This is considered preferable to other solutions that might involve greater damage to the building main characteristics. The regulations limit the angle of inclination of the slopes of the roofs in 20° to 28°, determined through a mathematical formula that relates it to the building depth [ $\alpha = \text{arc.tg} (1'8 + 0'27 \cdot F / F)$ , being  $\alpha$  the angle of inclination, expressed in grades, and  $F$  the building depth]. In the case of the attics, the height of the walls must not exceed 2m (from the top of the facade), and the slope will vary between 20° and 25°, adjusted through the formula [ $\alpha = 0'9 \cdot \text{arc.tg} (1'8 + 0'27 \cdot f / f)$ , being  $\alpha$  the angle of inclination in grades,

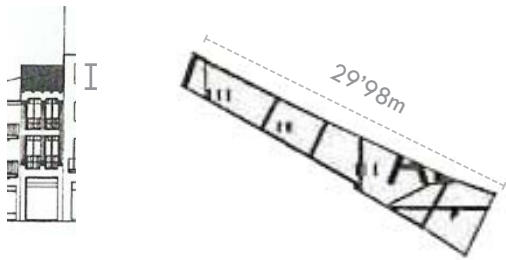
Roof house num. 5 *Rúa do Vilar* [ CA4 ]



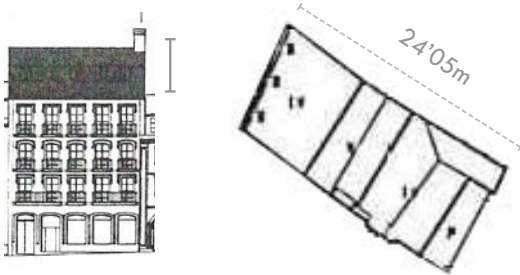
Roof house num. 23 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]



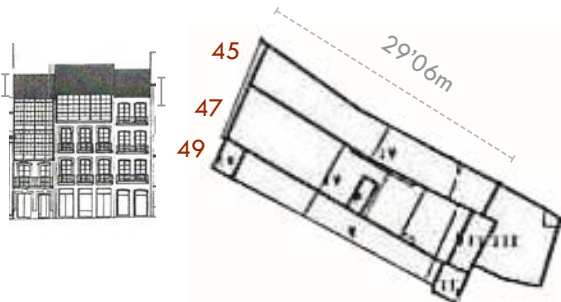
Roof house num. 31 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]



Roof houses num. 37-39 *Rúa do Vilar* [ CA1 ]



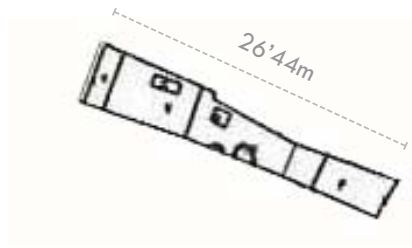
Roof houses nº 45, 47 and 49 *Rúa do Vilar* [ CA1, CA1 and OA ]



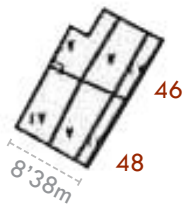
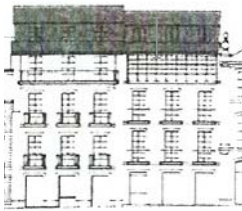
Figures 2.58, 2.59, 2.60, 2.61 and 2.62 (from top to bottom).



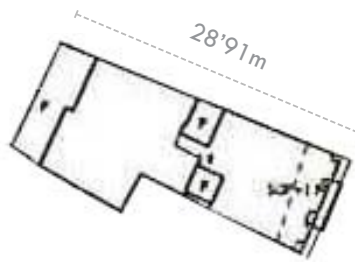
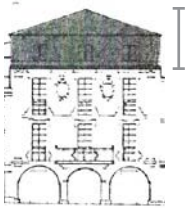
Roof house num. 57 *Rúa do Vilar* ( OA )



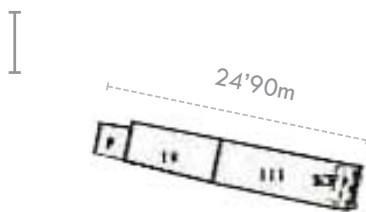
Roof houses num. 46 and 48 *Rúa Nova* ( CA1, CA1 )



Roof house num. 40 *Rúa Nova* ( OA )



Roof house num. 14 *Rúa Nova* ( OA )



Figures 2.63, 2.64, 2.65 and 2.66 (from top to bottom).

